

AGROEKOLOGI RAWA

AGROEKOLOGI RAWA

Tim Penyunting:

Prof. Dr. Ir. Masganti, MS.
Prof. Dr. Ir. M. Noor, MS.
Dr. Ir. M. Alwi, MS.
Dr. Ir. Herman Subagio, MS.
Ir. R. Smith Simatupang, MP.

Dr. Eni Maftu'ah, SP. MP.
Dr. Arifin Fahmi, SP. MSc.
Dr. Maulia Aries Susanti, SP, MSc.
Ir. M. Thamrin
Ir. Hendri Sosiawan, CESA



Divisi Buku Perguruan Tinggi
PT RajaGrafindo Persada
DEPOK

Tim penyunting, Masganti ...

Agroekologi rawa / tim penyunting, Masganti ...

-- Ed. 1. --Cet. 1-- Depok: Rajawali Pers, 2017.

xii, 708 hlm., 23 cm

Bibliografi: hlm. 678

ISBN 978-602-425-296-0

1. Ekologi rawa. I. Masganti

577.68

Hak cipta 2017, pada penulis

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apa pun,
termasuk dengan cara penggunaan mesin fotokopi, tanpa izin sah dari penerbit

2017. 1801 RP

Tim Penyunting:

- Prof. Dr. Ir. Masganti, MS. - Dr. Eni Maftu'ah, SP. MS.

- Prof. Dr. Ir. M. Noor, MS. - Dr. Arifin Fahmi, SP. MSc.

- Dr. Ir. M. Alwi, MS. - Dr. Maulia Aries Susanti, SP, MSc.

- Dr. Ir. Herman Subgio, MS. - Ir. M. Thamrin

- Ir. R. Simatupang, MP. - Ir. Hendri Sosiawan, CESA

AGROEKOLOGI RAWA

Cetakan ke-1, Desember 2017

Hak penerbitan pada PT RajaGrafindo Persada, Depok

Desain cover oleh octiviena@gmail.com

Dicetak di Rajawali Printing

PT RAJAGRAFINDO PERSADA

Kantor Pusat:

Jl. Raya Leuwinanggung No. 112, Kel. Leuwinanggung, Kec. Tapos, Kota Depok 16956

Tel/Fax : (021) 84311162 – (021) 84311163

E-mail : rajapers@rajagrafindo.co.id Http: //www.rajagrafindo.co.id

Perwakilan:

Jakarta-14240 Jl. Raya Leuwinanggung No. 112 Kel. Leuwinanggung. Kec. Tapos, Kota Depok 16956 Tlp. (021) 84311162, Fax (021) 84311163. **Bandung**-40243 Jl. H. Kurdi Timur No. 8 Komplek Kurdi Telp. (022) 5206202. **Yogyakarta**-Pondok Soragan Indah Blok A-1, Jl. Soragan, Ngestiharjo, Kasihan Bantul, Telp. (0274) 625093. **Surabaya**-60118, Jl. Rungkut Harapan Blok. A No. 9, Telp. (031) 8700819. **Palembang**-30137, Jl. Macan Kumbang III No. 10/4459 Rt. 78, Kel. Demang Lebar Daun Telp. (0711) 445062. -28294, Perum. De'Diandra Land Blok. C1/01 Jl. Kartama, Marpoyan Damai, Telp. (0761) 65807. **Medan**-20144, Jl. Eka Rasmi Gg. Eka Rossa No. 3A Blok A Komplek Johor Residence Kec. Medan Johor, Telp. (061) 7871546. **Makassar**-90221, Jl. ST. Alauddin Blok A 14/3, Komp. Perum. Bumi Permata Hijau, Telp. (0411) 861618. **Banjarmasin**-70114, Jl. Bali No. 31 Rt. 05, Telp. (0511) 3352060. **Bali**, Jl. Imam Bonjol g. 100/V No. 5B, Denpasar, Bali, Telp. (0361) 8607995, **Bandar Lampung**-35115, Jl. P Kemerdekaan Nomor 94 LK I Rt 005 Desa Tanjung Raya Kec. Tanjung Karang Timur. Telp. 082181950029

PRAKATA

Istilah Agroekologi muncul sekitar tahun 1980an, sebagai upaya untuk memadukan antara kegiatan pertanian dengan lingkungannya seiring dengan semakin kuatnya tuntutan pelaksanaan pembangunan berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan digagas sebagai respon keprihatin atas laporan Komisi Lingkungan Hidup Sedunia pada 1987 yang menyatakan semakin buruknya lingkungan hidup baik di negara maju (Eropa dan Amerika Serikat) maupun yang sedang berkembang (Asia dan Afrika) akibat kegiatan pembangunan sehingga membuat kekhawatiran akan masa depan manusia di permukaan bumi ini. Pembangunan berkelanjutan diartikan sebagai *"pembangunan yang berusaha memenuhi kebutuhan sekarang, tanpa mengurangi kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka"*.

Pesan dari buku *Agroekologi Rawa* ini adalah untuk memberikan gambaran dan makna cara-cara pengelolaan pertanian di lahan rawa yang menyeimbangkan antara kepentingan produksi pertanian/perkebunan, termasuk perikanan atau peternakan dengan kepentingan lingkungan sehingga tidak berdampak negatif atau merusak sumber daya lahan dan lingkungannya. Misalnya, pengelolaan lahan gambut yang diperuntukan bagi perkebunan hanya dianjurkan untuk ketebalan gambut < 3 m dan bagi tanaman pangan dianjurkan hanya pada ketebalan gambut < 1 m, kemudian mempunyai lapisan pirit pada kedalaman > 50 cm dari permukaan tanah, dan tidak berada di atas lapisan pasir kuarsa, serta bukan termasuk daerah intrusi air laut yang kuat. Pada prinsipnya pengelolaan lahan rawa perlu bersifat adaptif (*adaptive management*) atau berkesesuaian dengan tanaman

terpilih yang akan ditanam sehingga memberikan sumbangan nyata terhadap pendapatan secara ekonomi dalam jangka panjang dengan tetap mempertahankan kelestarian sumber daya lingkungannya.

Buku *Agroekologi Rawa* ini disusun dalam 7 (tujuh) Bagian yang terdiri dari 24 Bab. Bagian I berjudul *Perspektif Agroekologi Rawa* mengemukakan gambaran umum tentang agroekologi rawa yang terdiri dari rawa lebak (Bab I.1), rawa gambut (I.2), rawa pasang surut (I.3) dan rawa pantai (I.4); Bagian II berjudul *Karakteristik dan Pemanfaatan Rawa* mengemukakan tentang karakteristik rawa secara komprehensif (Bab II.1) dan optimalisasi pemanfaatan lahan rawa, khususnya untuk tanaman padi (II.2); Bagian III berjudul *Keanekaragaman Hayati* menyajikan potensi sumber daya genetik dan plasma nutfah rawa yang terdiri atas keragaman padi dan palawaja (Bab III.1), tanaman buah (III.2), serangga khususnya pada tanaman padi dan palawaja (III.3), kerbau rawa (Bab III.4), unggas rawa (III.5) dan mikro organisme (III.6); Bagian IV berjudul *Pengelolaan Lahan Rawa untuk Pertanian* mengemukakan tentang budidaya tanaman pangan (Bab IV.1), budidaya tanaman hortikultura (IV.2), penggunaan alsintan (IV.3) dan budidaya ternak (IV.4); Bagian V berjudul *Degradasi dan Remediasi Lahan Rawa* mengemukakan tentang degradasi lahan gambut (Bab V.1), pemulihan dan konservasi lahan Gambut (V.2), lahan sulfat masam terdegradasi dan pemulihannya (V.3) dan teknologi konservasi dan remediasi tanah sulfat masam (V.4) ; Bagian VI yang berjudul *Kondisi Sosial Ekonomi dan Budaya Petani Lahan Rawa* mengemukakan tentang karakteristik sosial ekonomi petani (Bab VI.1) dan kelembagaan pertanian (VI.2) dan Bagian VII berjudul *Rawa Masa Depan* mengemukakan tentang biodiversiti dan potensi rawa untuk biofarmaka, biopestisida dan kosmetik (Bab VII.1) dan persepektif rawa sebagai lumbung pangan (Bab VII.2).

Dalam kesempatan ini penyunting mengucapkan puji syukur atas selesai dan terbitnya buku bunga rampai ini. Terima kasih diucapkan kepada Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) –Dr. Ir. M. Syakir, MS.; Kepala Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDDL) – Prof (R) Dr. Ir. Dedi Nursyamsi, M.Agr.; Kepala Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (BALITTRA) –Dr. Ir. Herman Subagio, MS periode sebelumnya (2015-2017) dan Ir. Hendri Sosiawan, CESA (2017-sekarang), yang memberikan dukungan atas tersusun dan terbitnya buku ini. Juga terima kasih diucapkan kepada para penulis yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk berpartisipasi dalam penyusunan buku ini. Terima

kasih juga diucapkan kepada penerbit/percetakan PT. RajaGrafindo Persada atas kerjasamanya yang baik.

Akhir kata, penyunting dan sekaligus penulis menyadari masih banyak kekurangan dari buku ini. Oleh karena itu saran dan kritik untuk penyempurnaan buku ini sangat diharapkan. Harapan kami semoga buku ini dapat bermanfaat dalam meningkatkan kemajuan pengembangan lahan rawa ke depan sebagai bagian integral dari Pembangunan Nasional.

Banjarbaru, September 2017

Tim Penyunting

DAFTAR ISI

PRAKATA	v
DAFTAR ISI	ix
PENDAHULUAN	1
I. PERSPEKTIF AGROEKOLOGI LAHAN RAWA	7
1. Perspektif Pertanian Lahan Rawa Lebak (<i>A. Susilawati, D. Nazemi</i>)	7
2. Pengelolaan Agro Ekosistem Gambut Berbasis Lingkungan dan Masyarakat (<i>M. Noor, V. Mayasari, A.R.Hidayat</i>)	30
3. Lahan Rawa Pasang Surut: Pertanian Masa Depan Indonesia (<i>A. Hairani, Y. Raihana, Masganti</i>)	50
4. Potensi, Kendala, dan Peluang Rawa Pantai untuk Pengembangan Pertanian (<i>W. Annisa, M. Alwi</i>)	73
II. KARAKTERISTIK DAN PEMANFAATAN RAWA	91
1. Karakteristik Lahan Rawa (<i>A. Fahmi, N. Wakhid</i>)	91
2. Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Rawa Pasang Surut Sulfat Masam untuk Meningkatkan Produksi Padi (<i>I. Khairullah, Nurita</i>)	119

III. KEANEKARAGAMAN HAYATI RAWA	143
1. Keragaan Tanaman Padi dan Palawija di Lahan Rawa (<i>Koesrini, I. Khairullah, M. Saleh, H.O. Rosa</i>)	143
2. Tanaman Buah Eksotik Lahan Rawa (<i>M. Saleh, R.S. Simatupang. Koesrini</i>)	165
3. Serangga Penting di Pertanaman Padi, Kedelai, dan Jagung pada Agroekosistem Rawa (<i>M. Thamrin, S. Asikin</i>)	202
4. Keragaan Kerbau Rawa (<i>Bubalis bubalus</i>) di Kalimantan Selatan (<i>A. Subhan, E.S. Rohaeni, Suryana</i>)	240
5. Unggas Rawa dan Upaya Pelestariannya di Kalimantan Selatan (<i>Suryana, M. Yasin</i>)	261
6. Mikroba Potensial pada Ekosistem Lahan Rawa (<i>Y. Lestari, Mukhlis</i>)	288
IV. PENGELOLAAN LAHAN RAWA UNTUK PERTANIAN	311
1. Budidaya Tanaman Pangan di Lahan Rawa Pasang Surut (<i>R.S. Simatupang, M.A. Susanti, Nurita</i>)	311
2. Teknologi Budidaya Tanaman Hortikultura di Lahan Rawa (<i>Y. Raihana, Koesrini</i>)	345
3. Dampak Penggunaan Alsintan terhadap Pengelolaan Lahan dan Sosial Ekonomi Petani di Lahan Pasang Surut (<i>S. Umar, T. Alihamsyah, A. Suprpto</i>)	371
4. Budidaya Ternak di Lahan Rawa Kalimantan Selatan (<i>E.S. Rohaeni, A. Subhan, Muslimin</i>)	409
V. DEGRADASI DAN REMEDIASI	439
1. Degradasi Lahan Gambut (<i>Masganti, E. Maftu'ah, N. Wakhid</i>)	439
2. Pemulihan dan Konservasi Lahan Gambut (<i>E. Maftu'ah, S. Nurzakiah</i>)	470
3. Lahan Rawa Pasang Surut Sulfat Masam Terdegradasi dan Upaya Pemulihannya (<i>M. Alwi, L. Indrayati</i>)	501
4. Teknologi Konservasi dan Remediasi Tanah Sulfat Masam (<i>K. Anwar, Mawardi</i>)	529

VI. KONDISI SOSIAL EKONOMI DAN BUDAYA	565
1. Karakteristik Sosial Ekonomi Petani di Lahan Rawa (<i>H. Subagio, Y.R. Darsani.</i>)	565
2. Kelembagaan Pertanian di Lahan Rawa (<i>Y.R. Darsani, S. Umar</i>)	595
VII. RAWA MASA DEPAN	631
1. Biodiversiti Lahan Rawa dan Pemanfaatannya untuk Biofarmaka,Biopestisida, dan Kosmetik (<i>M.A. Susanti, M. Thamrin</i>)	631
2. Perspektif Lahan Rawa dalam Mendukung Lumbung Pangan (<i>H. Subagio, M. Noor</i>)	653
LANGKAH-LANGKAH KEDEPAN	673
INDEKS	679
BIODATA PENULIS	703

PENDAHULUAN

Tulisan ini didasarkan atas pengalaman para penulis yang memperhatikan lebih dari 30 tahun tentang pemanfaatan dan pengembangan daerah rawa di Indonesia. Kajian tentang daerah rawa mulai banyak dilakukan sekitar awal abad ke-19, saat mulai dirasakan semakin menurunnya produksi pertanian dan keanekaragaman hayati, sementara disisi lain kerusakan lingkungan semakin meluas. Padahal raja-raja nusantara seperti Majapahit dan Sriwijaya sudah sejak abad ke-13 telah membuka dan membangun pemukiman sekaligus pertanian di daerah rawa wilayah Kalimantan Barat dan Sumatera Selatan. Paradigma rawa sebagai daerah pinggir, becek, berair, berlumpur, kumuh, tempat nyamuk, lintah bahkan dianggap sebagai tempat para *siluman*, *demit* atau *hantu* mulai luntur berubah menjadi tempat pemukiman masyarakat dan lahan pertanian yang menjanjikan.

Pada awal pengembangan daerah rawa, Indonesia dikecam para ilmuwan Eropah, khususnya Belanda yang mengkhawatirkan akan rusaknya lingkungan rawa akibat pembukaan. Sebagai negara kepulauan dengan sekitar 17 ribu pulau besar-kecil, puluhan danau, selat, tanjung, dan ribuan sungai yang mengalir dan melintas di wilayahnya, maka Indonesia mempunyai lahan basah dan daerah rawa maha luas, diperkirakan sekitar 34,36 juta hektare, yang terdiri daerah pasang surut 20,11 juta hektare dan 13,26 juta hektare daerah lebak, dan diantaranya juga terdapat rawa gambut. Daerah rawa tersebar di tiga pulau besar, yaitu Kalimantan, Sumatera, dan Papua. Sebagian kecil ada di pulau Sulawesi, Jawa dan Bali. Lahan rawa menempati 18 provinsi dari 34 provinsi di Indonesia dan sekitar 300 daerah kota/kabupaten dari 500 kota/kabupaten di Indonesia.

Diantaranya beberapa kota/kabupaten wilayahnya didominasi lebih 30% berupa rawa atau gambut antara lain Kabupaten Barito Kuala (Kalsel); Hulu Sungai Utara (Kalsel); Pulang Pisau (Kalteng), Kapuas (Kalteng); Kubu Raya (Kalbar); Pelalawan (Riau); Tanjung Jabung Barat (Jambi), Muaro Jambi (Jambi), Musi Banyuasin (Sumsel), dan Mimika (Papua).

Diperkirakan dalam sepuluh tahun ke depan perkembangan daerah rawa sebagai wilayah pertumbuhan ekonomi baru semakin pesat, mengingat semakin bertambahnya jumlah penduduk dan menyempitnya ketersediaan lahan baik untuk pertanian maupun pemukiman, tekad pemerintah Republik Indonesia untuk melanjutkan swasembada beras dan member makan dunia. Wilayah-wilayah kota dan kabupaten yang mempunyai basis (*back-up*) daerah rawa semakin terbuka dengan semakin pesatnya pembangunan sarana dan prasarana transportasi (jalan raya antar provinsi dan kabupaten, jembatan, dan kanal-kanal penghubung antar kota), berkembangnya sarana komunikasi dan media sosial, sehingga memudahkan komunikasi dan mobilitas penduduk, barang, dan jasa baik dari daerah rawa sebagai penghasil produksi ke daerah kota yang menjadi pusat pembeli (konsumen), maupun dari kota ke desa-desa daerah rawa sebagai wilayah pasar bagi produk-produk barang keperluan sehari-hari untuk keperluan rumah tangga dan sebagainya. Namun dari sekitar 9-10 juta hektare daerah rawa yang sesuai dan potensial untuk pertanian baru sekitar 6-7 juta hektare yang telah dibuka dan dimanfaatkan untuk pertanian tanaman pangan dan hortikultura (sekitar 2 juta hektare), perkebunan (sekitar 2-3 juta hektare), dan hutan tanaman industri (sekitar 2,0 juta hektare).

Daerah rawa memiliki karakteristik dan kemampuan (*sustainability*) spesifik, berbeda dengan daerah non rawa, lahan kering, tadah hujan atau lainnya. Secara umum telah digambarkan bahwa daerah rawa utamanya sangat dipengaruhi oleh rezim air (berlebihan terutama pada musim hujan), rezim tanah (adanya pirit, kadang-kadang dangkal < 50 cm dari permukaan tanah, adanya gambut, kadang-kadang tebal > 3 m, kadar klei tinggi, kahat hara makro dan sebagian mikro). Namun demikian, usaha pertanian di daerah rawa menunjukkan tidak kalah dibandingkan dengan daerah non rawa seperti lahan kering/tadah hujan.

Secara garis besar berdasarkan landskap dan hidrologi, daerah rawa terbagi dalam tiga zona, yaitu (1) zona pantai, (2) zona pasang surut, dan (3) zona lebak. Kemudian berdasarkan tipe luapan dan/atau tinggi muka airnya, masing-masing daerah rawa pantai dan rawa pasang surut dibagi

dalam empat tipe luapan, yaitu (1) tipe luapan A; (2) tipe luapan B; (3) tipe luapan C, dan (4) tipe luapan D, sedangkan daerah rawa lebak dibagi dalam empat tipologi, yaitu (1) lebak dangkal; (2) lebak tengahan; (3) lebak dalam; dan (4) lebak sangat dalam. Kemudian daerah rawa berdasarkan jenis tanah dan kendalanya dibagi menjadi empat jenis lahan, yaitu (1) lahan potensial; (2) lahan sulfat masam; (3) lahan gambut; dan (4) lahan salin. Secara khusus berdasarkan jenis tanah dibagi menjadi dua, yaitu (1) tanah mineral dan (2) tanah gambut. Boleh jadi ke empat tipe luapan dari rawa pasang surut berada dalam satu hamparan luas. Demikian juga tiga atau empat tipologi rawa lebak boleh jadi berada dalam satu hamparan rawa lebak. Dengan demikian, diperlukan sistem pengelolaan secara komprehensif dengan memperhatikan masing-masing karakter dan potensinya, termasuk sosial ekonomi dan kearifan lokal atau budaya setempat.

Pertanian di daerah rawa mulai mengalami perkembangan secara terencana sejak tahun 1970-an seiring dengan dilaksanakannya Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut –P4S-(1969-1986) yang melibatkan berbagai perguruan tinggi baik di Pulau Jawa maupun di daerah setempat. Target pembukaan seluas 5,25 juta hektare selama 15 tahun (1969-1986)—walaupun terealisasi hanya seluas 1,2 juta hektare atau 15% dari target—cukup menyumbang produksi beras nasional hingga tercapainya swasembada pangan (beras) pada tahun 1985. Kedua kalinya adalah dicanangkannya Proyek Pengembangan Lahan Gambut (PLG) Sejuta Hektare di Kalimantan Tengah (1995-1999). Target pembukaan 1 juta hektare lahan rawa dengan penempatan pemukiman transmigrasi 300 ribu Kepala Keluarga (KK) hanya berhasil menempatkan sekitar 18 ribu KK transmigran seiring dengan dihentikannya proyek tersebut.

Kalau pada tahap awal P4S tahun 1970-an pemerintah dalam sosialisasi dan debat pentingnya ketersediaan pangan yang cukup bagi bangsa yang jumlah penduduknya terbesar ke 5 dunia dapat “meyakinkan” para pesaing atau lawan politiknya, maka pada tahap ke 2 untuk meyakinkan pentingnya PLG berbenturan dengan kuatnya tekanan politik baik dalam negeri maupun dunia internasional sehingga pemerintah menjadwalkan kembali proyek tersebut seiring dengan krisis ekonomi dan politik yang terjadi saat itu. Sejak tahun 2010 pemerintah kembali merencanakan pembangunan “*rice estate*” di Merauke, Papua seluas sekitar 1 juta hektare sebagai lumbung pangan Indonesia Timur—sebagian dari daerah yang dibuka merupakan lahan rawa..

Eksplorasi dan penelitian tentang daerah rawa telah berkembang

jauh dibandingkan pada awal tahun 1950-an awal dikenalnya istilah rawa. Aspek-aspek penting tentang sumberdaya lahan rawa, termasuk potensi dan kendala serta berbagai inovasi teknologi maupun kearifan lokal dalam pelestarian dan budidaya pertanian, telah berkembang. Dalam perkembangannya, pertanian lahan rawa meliputi pertanian tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, peternakan maupun aspek-aspek yang terkait dengan pengembangan teknologi budidaya dan pengelolaan lahannya secara umum sudah tersedia, hanya saja implementasi dan program aksi sangat minim dirasakan sehingga sumbangan daerah rawa baik dalam fungsi lindung maupun fungsi budaya masih terbatas dan perlu dioptimalkan.

Potert daerah rawa secara keseluruhan masih buram atau samar-samar, pendapatan penduduk perkapita masih rendah, Indeks Pembangunan Masyarakatnya (IPM) masih rendah karena pendidikan dan kesehatan masyarakat masih rendah. Oleh karena itu *refocusing* baik dalam perencanaan, pemanfaatan, perlindungan, pengelolaan dalam rangka pengembangan untuk lebih berhasil dan berdaya guna ke depan sangat diperlukan sehingga nyata pada peningkatan kesejahteraan dan perbaikan lingkungan hidup masyarakat.

Berangkat dari sejarah pengembangan rawa yang telah dikemukakan dan secara fatual ditunjukkan beberapa daerah baik di Kalimantan maupun Sumatera, maka berkembang maju dan pesatnya daerah rawa sangat tergantung pada kebijakan dan kemauan politik (*political will*) pemerintah, termasuk pemerintah provinsi dan daerah (kota/kabupaten). Beberapa negara seperti Vietnam telah berhasil memanfaatkan lahan rawa Delta Mekong dan demikian juga dengan Thailand telah berhasil mengembangkan Delta Chao Praya sebagai sentra padi. Contoh di atas menegaskan bahwa daerah rawa dapat menjadi sumber produksi padi dan berbagai hasil pertanian lainnya apabila dikelola dengan baik dan tepat. Tentunya perlu usaha serius baik dari perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan dengan keterbukaan dan keterandalan teknologi pengelolaan memadukan antara kepentingan produksi dan lingkungan baik fisik, sosial maupun budaya setempat agar berkelanjutan. Isu lingkungan dengan semboyan “kembali ke alam” yang semakin kuat pada sepuluh tahun terakhir ini menjadi tantangan bagi para pengembang pertanian di lahan rawa seiring dengan berbagai isu lingkungan dan regulasi pemerintah yang menjadi *debatable*.

Lahan rawa tidak hanya kaya dalam sumberdaya lahan, tetapi juga

kaya dengan sumberdaya genetik (SDG). Berbagai hasil penelitian mengungkapkan bahwa terdapat banyak spesies tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati untuk mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan. Lahan rawa juga dikenal dengan berbagai koleksi padi yang dapat dijadikan modal untuk berburu varietas padi yang toleran salinitas dan berproduksi tinggi. Kerbau rawa sebagai salah satu kekayaan khas di lahan lebak, juga perlu sentuhan untuk meningkatkan daya pasok daging di wilayah tersebut sebagai “supporting” daerah perkotaan. Demikian juga burung Belibis yang hanya ditemui di lahan lebak, juga memerlukan perhatian, sehingga diperlukan informasi kekinian dari lahan rawa. Pengetahuan tentang hama dan penyakit utama di lahan rawa, tidak kalah pentingnya dalam memperkaya buku ini.

Uraian dalam bab-bab berikut diharapkan dapat mengajak pembaca menelusuri tentang perkembangan daerah rawa, walaupun dalam bentuk hasil *review* penelitian dan pengkajian dari para peneliti dan penyuluh. Dalam buku ini dikemukakan beragam aspek dan komoditas yang diharapkan dapat memberikan gambaran awal tentang daerah rawa secara utuh baik dalam arti fungsi lindung maupun fungsi budidaya dengan berbagai permasalahan dan upaya penanggulangannya. Kunci keberhasilan dalam pengelolaan dan pengembangan lahan rawa adalah keterpaduan baik antar sektor maupun lembaga. Penanganan rawa tidak lagi dapat dilakukan hanya oleh sektor tertentu dan/atau aspek tertentu saja, karena dipastikan tidak akan efektif dan efisien dan tidak akan memberikan hasil yang optimal. Pembaca diharap dapat memaknai tentang agroekosistem rawa secara komprehensif dan holistik dalam konteks pengembangan pertanian secara umum yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan petani yang menggantungkan kehidupannya pada kekayaan daerah rawa dan bisa diusahakan secara lestari.

I PERSPEKTIF AGROEKOLOGI LAHAN RAWA

PERSPEKTIF PERTANIAN LAHAN RAWA LEBAK

A. Susilawati., dan D. Nazemi
Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (BALITTRA)
Jl. Kebun Karet, Loktabat Banjarbaru, Kalsel
E-mail: ani.nbl@gmail.com

Ringkasan

Luas lahan rawa lebak di Indonesia sekitar 13,28 juta hektare, atau sekitar sepertiga dari luas total lahan rawa. Secara umum tingkat kesuburan lahan rawa lebak lebih baik dibandingkan dengan lahan rawa pasang surut, karena tanah di lahan rawa lebak tersusun dari endapan sungai (*fluvial*) yang tidak mengandung bahan sulfidik atau pirit. Kecuali pada zona peralihan antara lahan rawa lebak dan lahan rawa pasang surut di lapisan bawah pada kedalaman lebih dari satu meter umumnya ditemukan lapisan bahan sulfidik yang merupakan endapan marin. Lahan rawa lebak merupakan salah satu lahan sub-optimal yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan berbagai komoditas, baik tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, perikanan, maupun peternakan. Lahan rawa lebak dangkal merupakan bagian yang paling potensial untuk pertanian dibandingkan dengan lahan rawa lebak tengahan dan dalam. Lahan rawa lebak dangkal dan tengahan umumnya dijadikan lahan persawahan dengan pertanaman palawija dan sayuran di bagian guludan/bedengan pada sistem surjan. Sementara lebak dalam, karena bentuknya mirip cekungan kondisi airnya relatif masih dalam walaupun pada musim kemarau, sehingga lebih sesuai untuk budidaya perikanan air tawar. Kendala utama dalam pengelolaan lahan rawa lebak adalah tingginya air selama musim hujan dan sebaliknya pada musim kemarau genangan air berangsur turun menjadi hampir kering. Pengelolaan air merupakan kunci keberhasilan pemanfaatan lahan rawa lebak untuk pertanian. Penegasan kembali tentang potensi dan peluang pemanfaatan lahan rawa lebak sebagai lahan alternatif masa kini dan masa depan diperlukan. Optimalisasi sumberdaya lahan dilakukan dengan menggunakan input/masukan teknologi varietas, pupuk, air, alsintan, manajemen budidaya dan kelembagaan yang sesuai, inovatif, terpadu, agribisnis dan berkelanjutan dengan konsep *eco-farming estate system*.

Pendahuluan

Pemerintah dihadapkan pada tantangan yang berat dalam pencapaian kedaulatan pangan, karena makin terbatasnya lahan pertanian subur disebabkan karena konversi lahan pertanian (alih fungsi lahan), terutama sawah menjadi pemukiman, jalan tol, pabrik, industri dan lainnya. Selain itu, adanya desakan akibat laju pertumbuhan penduduk yang cukup besar. Menurut Sutomo (2004), lahan sawah di luar Jawa terutama dikonversi menjadi lahan pertanian bukan sawah (48,60%) dan perumahan (16,10%), sedangkan di Jawa menjadi perumahan (58,70%) dan lahan pertanian bukan sawah (21,80%). Konversi lahan umumnya terjadi di kawasan pertanian tanaman pangan yang subur, sehingga mengancam ketahanan dan keamanan pangan nasional (Dharmawan, 2004).

Mengatasi permasalahan tersebut diperlukan berbagai langkah terobosan untuk menggantikan lahan-lahan yang telah terkonversi, salah satunya adalah melalui pemanfaatan dan optimalisasi lahan sub-optimal (LSO). Lahan rawa adalah LSO yang prospektif untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian. Luas lahan rawa di Indonesia diperkirakan mencapai 33,4 juta hektare terdiri dari 20,192 juta hektare lahan pasang surut dan 13,283 juta hektare lahan lebak (Nugroho *et al.*, 1992).

Lahan rawa lebak salah satu alternatif lahan yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian, hal ini diungkapkan oleh Noorginayuwati dan Rina (2006) bahwa pemanfaatan lahan rawa lebak menjadi strategis, mengingat semakin menyempitnya lahan pertanian akibat konversi lahan sawah dan meningkatnya permintaan pangan dan hasil pertanian lainnya akibat jumlah penduduk yang terus bertambah.

Indonesia mempunyai lahan rawa lebak sangat luas sekitar 13,28 juta hektare yang tersebar di Papua 6,31 juta hektare, Kalimantan 3,58 juta hektare, Sumatera sekitar 2,79 juta hektare, dan Sulawesi 0,61 juta hektare. Lahan rawa lebak yang sudah dibuka oleh pemerintah sekitar 578.934 ha (4,4%) dan yang dibuka oleh masyarakat secara swadaya sekitar 346.901 ha (2,6%), sementara luas lahan rawa lebak yang berpotensi untuk pertanian dan belum dibuka sekitar 1.411.317 ha (10,6%) (Nugroho *et al.*, 1992; Irianto, 2006).

Lahan rawa lebak merupakan lahan rawa pedalaman dimana kondisi topografinya relatif cekung dan air tidak dapat mengalir ke luar. Lahan ini setiap tahun mengalami genangan minimal selama tiga bulan dengan tinggi genangan minimal 50 cm. Pada musim hujan lahan ini tergenang

dan surut pada musim kemarau. Oleh karena itu, rawa lebak merupakan wilayah depresi. Sumber air utama berasal dari curah hujan dan surutnya air mengandalkan perkolasi serta penguapan pada musim kemarau. Menurut PP Rawa No.73 tahun 2013 pasal 5 ayat 2 yang dimaksud dengan rawa lebak adalah rawa yang terletak jauh dari pantai dan tergenangi air akibat luapan air sungai atau air hujan yang menggenang secara periodik atau terus menerus.

Menurut Subagyo, (2006), sifat morfologi tanah-tanah pada lahan rawa lebak memperlihatkan bahwa tanah-tanah tersebut belum berkembang terutama di daerah yang berdrainase terhambat sampai sangat terhambat. Lapisan atas tanah berwarna coklat kekelabuan, kelabu coklat atau kelabu sangat gelap. Sedangkan di lapisan bawah tanah berwarna kelabu terang, kelabu hingga coklat kekelabuan terang. Tekstur tanah umumnya liat (*klei*), liat berdebu, sampai lempung liat berdebu dengan konsistensi lekat dan plastis. Sifat kimia tanah rawa lebak memperlihatkan kandungan C-organik dan N tinggi sampai sangat tinggi. Sedangkan C/N rasio bervariasi dari 9 sampai 16 tergantung tingkat dekomposisi bahan organik. KTK tanah bervariasi antara 23 sampai 48 me/100 g tanah. Kation-kation basa bervariasi dari rendah sampai sangat tinggi, kandungan P-tersedia juga bervariasi dari sedang sampai tinggi dan pH tanah masam (4,5-5,5).

Lahan rawa lebak mempunyai keunggulan spesifik antarlain dapat diusahakan sebagai lahan pertanian saat musim *El-Nino*, sementara agroekosistem lain (sawah irigasi dan tadah hujan) mengalami kekeringan (*bera*). Oleh karena itu, rawa lebak disebut juga sebagai tongga prodi (kantong penyangga produksi padi). Tanaman sayuran di lahan rawa lebak seperti tomat, cabai, terung, mentimun dan sayuran lainnya dapat ditanam *off season* atau diluar musim, sehingga mempunyai harga jual lebih tinggi karena ditempat lain sedang kekeringan atau *puso* (Noorginayuwati *et al.*, 2010).

Tulisan ini memaparkan tentang perspektif pertanian lahan rawa lebak meliputi informasi tentang definisi dan fungsi lahan rawa lebak, luas, sebaran dan karakteristik rawa lebak di Indonesia serta potensi dan kendala yang ada di lahan rawa lebak sebagai lahan pangan alternatif dan sumber pertumbuhan produksi baru.

Definisi dan Fungsi Rawa Lebak

Lahan rawa lebak, menurut terminologi landform adalah *backswamp* atau rawa belakang. Lahan rawa lebak merupakan rawa non pasang surut yang sumber airnya berasal dari curah hujan, baik setempat maupun kawasan hulu,

sehingga ketinggian muka airnya dipengaruhi oleh curah hujan tersebut. Bentuk *landscape* kawasan rawa lebak umumnya seperti cekungan (mangkuk), sehingga dalam waktu yang sama terjadi variasi ketinggian genangan, antara kawasan pinggir sampai ke tengah cekungan. Kedua kondisi ini menyebabkan terjadinya variasi ketinggian dan lama genangan (Nursyamsi *et al.*, 2014).

Lahan rawa lebak dibagi dalam tiga tipe yaitu : (1) lebak dangkal, (2) tengahan, dan (3) dalam atau sangat dalam (Subagyo, 2006).

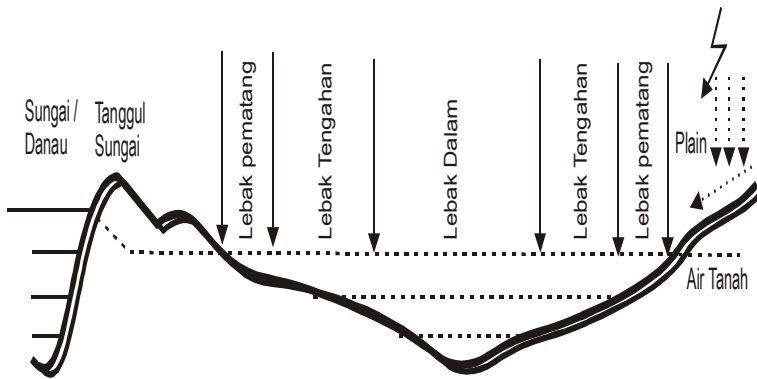
1. Lebak dangkal/pematang, wilayah yang mempunyai tinggi genangan antara 25-50 cm dengan lama genangan minimal 3 bulan dalam setahun. Wilayahnya mempunyai hidrotopografi nisbi tinggi dan merupakan wilayah paling dekat dengan tanggul sungai. Lebak dangkal adalah sawah di belakang perkampungan dan merupakan sebagian dari wilayah tanggul sungai dan sebagian wilayah dataran rawa belakang. Oleh karena genangan air banjir selalu dangkal, maka bagian lebak ini sering juga disebut “Lebak Dangkal”.
2. Lebak tengahan, wilayah yang mempunyai tinggi genangan antara 50-100 cm dengan lama genangan 3-6 bulan dalam setahun. Wilayahnya mempunyai hidrotopografi lebih rendah dari lebak dangkal dan merupakan wilayah antara lebak dangkal dengan lebak dalam. Lebak tengahan adalah sawah yang lebih jauh dari perkampungan. Masih termasuk wilayah lebak tengahan, apabila genangannya dalam, lebih dari 100 cm, tetapi lama genangannya kurang dari 3 bulan.
3. Lebak dalam, wilayah yang mempunyai tinggi genangan > 100 cm dengan lama genangan > 6 bulan dalam setahun. Wilayah yang hidrotopografinya paling rendah. Lebak dalam adalah bagian lebak yang paling dalam airnya, dan sukar mengering kecuali pada musim kemarau panjang. Disebut juga “lebak lebung”, tempat memelihara ikan yang tertangkap, waktu air banjir telah surut. Masih termasuk Lebak Dalam, apabila genangannya lebih dangkal antara 50-100 cm, tetapi lama genangannya > enam bulan secara berturut-turut dalam setahun.

Menurut Subagyo. (2006), selain ketiga tipe lahan rawa lebak tersebut, masih ada istilah “*renah*” dan “*talang*” yang biasa digunakan untuk mendeskripsi keadaan wilayah lahan rawa lebak di Sumatera Selatan.

- Renah adalah bagian yang paling tinggi dari tanggul sungai, biasanya jarang kebanjiran. Oleh karena itu, kawasan ini umumnya dimanfaatkan untuk rumah dan perkampungan penduduk.

- Talang adalah lahan darat atau lahan kering yang tidak pernah kebanjiran, dan merupakan bagian dari wilayah berombak sampai bergelombang, terdiri atas batuan sedimen, atau batuan vulkan masam.

Pembagian lahan rawa lebak berdasarkan tinggi dan lama genangan ini secara skematik dapat dilihat dalam Gambar 1. Masing-masing tipe lebak mempunyai karakteristik fisik, kimia, dan biologi serta potensi untuk pertanian yang berbeda sehingga memerlukan penanganan atau pengelolaan yang berbeda pula.



Gambar 1. Klasifikasi lahan rawa lebak berdasarkan tinggi dan lama genangan airnya.

Sumber: Noor (2007)

Lahan rawa lebak yang telah dibuka oleh pemerintah baru mencapai 578.934 ha (4,4%) antara lain di Kalimantan 359.623 ha, Sumatera 167.585 ha, Sulawesi 46.666 ha, dan Papua 5.060 ha. Menurut Irianto (2006) dari luas sekitar 13,27 juta hektare lahan rawa lebak diantaranya telah dibuka oleh pemerintah sekitar 578.934 ha (4,4%) dan dibuka oleh masyarakat setempat secara swadaya sekitar 346.901 ha (2,6%), sementara lahan rawa lebak yang berpotensi untuk pertanian diperkirakan sekitar 2.337.152 ha sehingga yang belum dibuka masih sekitar 1.411.317 ha (10,6%). Dilihat dari data ini maka lahan rawa lebak dapat dijadikan sebagai lahan pangan alternatif. Pengembangan rawa lebak secara permanen dapat dilakukan dengan penerapan sistem polder agar terhindar dari kondisi kekeringan pada musim kemarau dan kebasahan/kebanjiran pada musim hujan.

Menurut Idak (1982), pengembangan lahan rawa lebak untuk pertanian, khususnya padi mulai digagas sejak tahun 1930 dengan membangun polder, diantaranya polder Alabio di Kalimantan Selatan, Mentaren di Kalimantan

Tengah, dan Banyuasin di Sumatera Selatan. Penelitian dan pengembangan lahan rawa lebak secara intensif baru dimulai pada tahun 1970 seiring dengan pembukaan lahan rawa untuk transmigrasi (Ismail *et al.*, 1993).

Langkah pertama dalam pengembangan rawa lebak diperlukan pengelompokan wilayah yang disusun berdasarkan kesiapannya untuk dikembangkan. Wilayah rawa lebak menurut kondisi dan prasarana yang tersedia dapat dikelompokkan menjadi empat wilayah, yaitu : (1) wilayah yang siap, (2) wilayah yang siap bersyarat, (3) wilayah yang tidak siap, dan (4) wilayah khusus untuk konservasi (Alihamsyah, 2004). Wilayah yang siap adalah wilayah yang prasarana penunjang dan sumberdaya manusianya tersedia. Wilayah yang siap bersyarat adalah wilayah sumberdaya manusianya tersedia, tetapi prasarana penunjangnya belum tersedia atau wilayah yang prasarana penunjangnya tersedia, tetapi sumberdaya manusianya belum tersedia. Wilayah yang tidak siap adalah wilayah yang masih berupa semak belukar serta prasarana penunjang dan sumberdaya manusianya belum tersedia. Sedangkan wilayah konservasi adalah wilayah lindung untuk konservasi sumberdaya alam sebagai habitat satwa liar langka dan dilindungi.

Menurut Noor, (2007) strategi dan arah kebijakan umum dalam pengembangan rawa lebak antara lain meliputi : (1) peningkatan produktivitas lahan; (2) peningkatan diversifikasi usaha, (3) peningkatan pelayanan sarana produksi, (4) peningkatan pelayanan penyuluhan dan pelatihan, (5) perbaikan pelayanan permodalan dan investasi, (6) perbaikan kelembagaan usahatani dan pemanfaatan alat dan mesin pertanian untuk meningkatkan efisiensi dan pendapatan petani. Pengembangan rawa lebak ini diharapkan dapat menjadikan sumber pertumbuhan produksi baru baik di bidang pertanian, perikanan maupun peternakan.

Rawa lebak menjadi fenomenal karena panen padi umumnya sebagian besar berlangsung pada bulan-bulan saat di tempat lain paceklik kekeringan. Oleh karena itu, rawa lebak dapat sebagai penyangga produksi (*buffer production*) dalam ketahanan pangan nasional. Selain usaha tani tanaman pangan dan hortikultura, sesuai dengan kondisi rawa lebak juga berkembang ternak unggas berupa itik alabio dan burung belibis yang cukup memberikan kontribusi pendapatan terhadap masyarakat (Suryana dan Yasin, 2014a; 2014b). Rawa lebak dapat memasok ikan, itik, kerbau, padi, palawija, buah-buahan, dan herbal untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat sehingga rawa lebak dikenal sebagai *biological supermarket*.

Luas dan Sebaran Lahan Rawa Lebak di Indonesia

Luas lahan rawa lebak di Indonesia sekitar 13,28 juta hektare, tersebar di empat pulau besar yaitu: (1) Papua 6,31 juta hektare, (2) Kalimantan 3,58 juta hektare, (3) Sumatera 2,79 juta hektare, dan (4) Sulawesi 0,61 juta hektare (Nugroho *et al.*, 1992; Widjaja-Adhi *et al.*, 2000). Menurut Husen *et al.* (2014) luas lahan rawa lebak bertanah mineral seluruhnya 11,64 juta hektare yang sebagian besar berada di dataran rendah, kecuali di Sumatera sekitar 0,03 juta hektare (Tabel 1). Berdasarkan tinggi dan lamanya genangan, lahan rawa lebak dibagi dalam tiga tipe dengan luas masing-masing : (1) lebak dangkal, terdapat sekitar 4,17 juta hektare; (2) lebak tengahan dan asosiasinya terdapat masing-masing sekitar 3,44 juta hektare dan 2,63 juta hektare; (3) lebak dalam dan asosiasinya terdapat masing-masing sekitar 0,68 juta hektare dan 2,36 juta hektare (Nugroho *et al.*, 1992). Luas rawa lebak berdasarkan tipe dan jenis tanahnya disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Luas lahan rawa lebak berdasarkan posisi topografi, iklim dan kemasaman tanah

Pulau	Rawa Lebak (ha)					Dataran Tinggi (DT)	Subtotal Rawa Lebak
	Dataran Rendah (DR)						
	Iklim Basah (IB)			Iklim Kering (IK)	Subtotal DR	IB	
	MA	TM	Sub-total IB	MA		MA	
Sumatera	3.892.422	66.434	3.958.856	0	3.958.856	29.445	3.988.301
Kalimantan	2.944.084	0	2.944.084	0	2.944.084	0	2.944.084
Papua	3.576.096	0	3.576.096	336.162	3.912.257	3.865	3.916.122
Sulawesi	316.812	388.794	705.606	0	705.606	614	706.220
Maluku	86.908	1.251	88.159	0	88.159	0	88.159
Indonesia	10.816.323	456.479	11.272.801	336.162	11.608.963	33.924	11.642.887

Keterangan: IB = Iklim basah, IK = Iklim kering, MA = Masam, TM = tidak masam.

Sumber: Husen *et al.* (2014)

Tabel 2. Luas lahan rawa lebak dan proporsinya di Indonesia berdasarkan tipe dan jenis tanah

Tipe dan Jenis Tanah di Lahan Rawa Lebak	Luas dan Proporsi	
	Luas (juta hektare)	Proporsi (%)
Lebak dangkal	4,168	31,40
Lebak tengahan		
• Aluvial	3,445	25,95
• Bergambut	2,631	19,82
Lebak dalam		
• Gambut dangkal	2,361	17,80
• Aluvial	0,668	5,03
Jumlah	13,273	100,00

Sumber: Diolah dari Nugroho *et al.* (1992)

Lahan rawa lebak terbentuk dari tanah alluvial dan tanah gambut. Tanah aluvial berasal dari endapan sungai atau endapan marin, sedangkan tanah gambut dapat berupa lapisan gambut secara kontinyu atau berselang-seling dengan tanah aluvial. Berdasarkan ketebalannya, lahan gambut yang dijumpai di lahan rawa lebak dapat berupa: (1) lahan bergambut (<0,5 m), (2) gambut dangkal (0,5-1,0 m), (3) gambut sedang (>1,0-2,0 m), dan (4) gambut dalam (>2,0 m). Berdasarkan tingkat kematangannya tanah gambut dibedakan menjadi: matang (saprik), setengah matang (hemik) dan mentah (fibrik) (Adimihardja *et al.*, 1998; Subagyo, 2006).

Menurut Alkasuma *et al.* (2003) dan Arifin *et al.* (2005), luas lahan rawa lebak yang telah dibuka dan berpotensi untuk pertanian diperkirakan sekitar 1.425.056 ha, tersebar di Kalimantan Timur seluas 509.426 ha, Sumatera Selatan 368.685 ha, Riau 211.587 ha, Kalimantan Selatan 208.893 ha, dan Lampung 126.465 ha (Tabel 3). Menurut Irianto (2006) luas lahan rawa lebak yang telah dikembangkan secara nasional (tidak termasuk wilayah Riau, Sumatera Selatan, dan Sulawesi Selatan) baru sekitar 341.526 ha, yang telah dimanfaatkan sekitar 222.001 ha (65%) dan yang belum dimanfaatkan sekitar 112.704 ha (35%). Luas lahan rawa lebak yang telah dimanfaatkan dan belum dimanfaatkan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 3. Luas dan proporsi lahan rawa lebak yang telah dibuka di lima provinsi utama

Provinsi	Tipologi			Total (ha)
	Lebak Dangkal	Lebak Tengahan	Lebak Dalam	
Kalimantan Timur (proporsi dalam %)	414.245 (81,3)	64.376 (12,6)	30.805 (6,1)	509.426
Sumatera Selatan (proporsi dalam %)	70.908 (19,2)	129.103 (35,0)	168.674 (45,8)	368.685
Riau (proporsi dalam %)	84.511 (39,9)	117.155 (55,4)	9.921 (7,7)	211.587
Kalimantan Selatan (proporsi dalam %)	46.918 (22,5)	106.076 (50,8)	55.899 (26,7)	208.893
Lampung (proporsi dalam %)	41.735 (33,0)	31.303 (24,8)	53.422 (42,2)	126.465

Sumber: Alkasuma *et al.* (2003); Arifin *et al.* (2005)

Tabel 4. Luas lahan rawa lebak yang telah dikembangkan, dimanfaatkan, dan belum dimanfaatkan di wilayah barat, tengah, dan timur Indonesia

Wilayah/Provinsi	Status Pemanfaatan (ha)		Lain-lain (ha)	Total Dikembangkan (ha)
	Telah Dimanfaatkan	Belum Dimanfaatkan		
Wilayah Barat	71.364	33.658	5.156	110.176
Sumbar	23.805	3.740	1.770	29.315
Sumut	4.977	23.009	-	27.986
Lampung	25.325	-	-	25.325
Bengkulu	9.398	4.170	2.432	16.000
DI Aceh	5.759	2.737	954	9.450
Jambi	2.100	-	-	2.100
Wilayah Tengah	123.749	70.026	990	194.765
Kalsel	49.749	26.345	540	76.634
Kalteng	40.868	18.403	40	59.311
Kaltim	19.193	17.607	-	36.800
Kalbar	13.939	7.671	410	22.020
Wilayah Timur	26.888	9.002	675	36.585
Irian Jaya	6.497	-	23.710	17.213
Sultenggara	525	675	6.200	5.000
Sulteng	2.000	-	6.675	4.675
JUMLAH	222.001	112.704	6.821	341.526

Sumber: Irianto (2006)

Pemanfaatan dan Permasalahan Pertanian Lahan Rawa Lebak

Topografi lahan rawa lebak secara umum hampir datar (*flat*) dengan lereng 1-2%, secara berangsur menurun membentuk cekungan (*basin*) ke arah wilayah rawa belakang dan bagian tengah menempati posisi paling rendah. Rawa lebak terbentuk akibat proses aluvial, terjadi pengendapan bahan-bahan halus, kasar, atau organik. Posisi rawa lebak umumnya di pedalaman dan di belakang rawa pasang surut, sehingga lahan ini tidak terkena pengaruh air pasang surut langsung maupun tidak langsung. Berdasarkan sifat dan ekologi, rawa lebak memiliki banyak potensi yang harus digali khususnya dalam kaitan dengan pemenuhan kebutuhan pangan.

Secara umum lahan rawa lebak lebih subur dibandingkan dengan lahan pasang surut, karena lahan rawa lebak umumnya tidak bermasalah dengan bahan sulfidik (pirit). Faktor air memegang peranan penting dalam penentuan potensi lahan rawa lebak. Keberadaan air di lahan rawa lebak tergantung musim, pada musim hujan seluruh lahan rawa lebak tergenang, sedangkan pada musim kemarau secara berangsur-angsur lahan mulai surut airnya. Dengan demikian, potensi lahan rawa lebak dipengaruhi dan tergantung dengan kondisi air (Noorinayuwati dan Rina, 2006).

Lahan rawa lebak memiliki keunggulan komparatif dan kompetitif dibandingkan dengan lahan-lahan yang lain. Salah satu potensi lahan rawa lebak adalah pemanfaatannya sebagai lahan pertanian. Secara umum, pertanian yang dapat dilakukan di lahan rawa lebak adalah pertanian tanaman padi, palawija, dan hortikultura. Pola tanam dan jenis komoditas yang dapat dikembangkan di lahan rawa lebak sangat tergantung kepada tipologi lahannya. Tipologi yang dimaksud meliputi rawa lebak dangkal, rawa lebak tengahan, dan rawa lebak dalam (Rina *et al.*, 2008). Rincian tipologi rawa lebak dan potensinya sebagai berikut:

- a. **Lahan rawa lebak pematang (dangkal).** Lahan rawa lebak ini dapat dimanfaatkan untuk pengembangan tanaman pangan dan hortikultura (sayuran) secara monokultur atau tumpangsari. Pola tanam yang dapat diterapkan pada lahan rawa lebak ini adalah padi-padi atau padi-palawija+hortikultura atau padi-hortikultura. Untuk pemanfaatan lahan rawa lebak sebagai sawah, dapat ditanami pada musim kemarau dan juga pada musim penghujan. Pada musim kemarau disebut dengan sawah timur, sawah ditanami padi yang memiliki umur yang pendek. Palawija, sayuran, dan buah-buahan juga sering ditanam pada lahan rawa lebak

dangkal dengan pola tanam tumpangsari dengan sistem surjan. Pada sistem surjan, komoditas palawija, buah, dan atau sayur ditanam di bagian yang tinggi (guludan). Pada bagian ledokan (yang tergenang air) ditanami padi. Pada musim kemarau, lebak dangkal menjadi kering sehingga ditanami sayuran, palawija, dan buah-buahan. Buah yang ditanam pada ledokan ini adalah jenis buah yang semusim seperti semangka atau melon.

- b. **Lahan rawa lebak tengahan.** Lahan rawa lebak ini dapat dimanfaatkan untuk pengembangan tanaman pangan dan hortikultura (sayuran) secara monokultur atau tumpangsari. Pola tanam yang dapat diterapkan pada lahan rawa lebak ini adalah padi-padi atau padi-palawija + hortikultura. Pada musim hujan, lahan rawa lebak tengahan sampai dalam tergenang lebih dari 100 cm, sehingga disebut dengan sawah barat. Sawah barat harus ditanami padi surung (*deep water rice*) pada akhir musim kemarau dan dipanen pada musim hujan (genangan 100-150 cm). Varietas padi yang termasuk jenis padi surung adalah Alabio, Tapus, Nagara, termasuk padi yang di kenal dengan nama hiyang.
- c. **Lahan rawa lebak dalam.** Pemanfaatan rawa lebak ini tergantung pada ketinggian muka air, apabila masih memungkinkan untuk budidaya tanaman pangan lahan basah, maka lahan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan padi, baik padi biasa maupun padi lebak, tetapi apabila tidak memungkinkan, maka lahan rawa lebak tersebut difungsikan sebagai kawasan konservasi air.

Padi menjadi tanaman pangan utama yang dibudidayakan di lahan rawa lebak. Di Kalimantan Selatan, terdapat dua istilah sistem pertanaman padi di lahan rawa lebak, yaitu padi rintang dan padi surung. Padi rintang adalah pertanaman padi yang dilakukan menjelang musim kemarau, sedangkan padi surung adalah pertanaman padi yang dilakukan menjelang musim hujan. Pertanaman padi rintang umumnya lebih luas dibandingkan dengan padi surung. Produktivitas padi rintang (3,25-3,90 t/ha) umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan padi surung (2,5-3,0 t/ha) yang sangat tergantung dengan kondisi lahan (termasuk cekaman lingkungan) dan pemeliharannya (Ar-Riza *et al.*, 2011). Keragaan tanaman padi di lahan rawa lebak di Kalimantan Selatan disajikan dalam Gambar 2.

Berdasarkan ketinggiannya dari muka laut, lahan rawa lebak bertanah mineral potensial untuk padi sawah dibedakan menjadi dataran rendah dan dataran tinggi, seperti yang disajikan dalam Tabel 5. Lahan rawa lebak

bertanah mineral yang potensial untuk padi sawah untuk dataran rendah meliputi 8.845.968 ha atau 99,57%, sedangkan untuk dataran tinggi (>700 m dpl) hanya mencakup areal sekitar 37.927 ha atau 0,43%. Lahan rawa lebak bertanah mineral potensial untuk padi sawah terluas terdapat di Sumatera, kemudian Kalimantan dan Papua. Di Jawa dan Bali serta Nusa Tenggara tidak ada lahan rawa lebak potensial untuk padi sawah, sedangkan di Kalimantan dan Maluku hanya terdapat lahan rawa lebak bertanah mineral potensial untuk padi sawah di dataran rendah saja (Husen *et al.*, 2014).

Tabel 5. Potensi lahan rawa lebak untuk padi sawah berdasarkan elevasi

Pulau	Rawa Lebak (ha)		Total (ha)
	Padi Sawah		
	Dataran Rendah	Dataran Tinggi	
Sumatera	3.592.300	28.261	3.620.561
Kalimantan	2.684.111	0	2.684.111
Papua	1.817.114	1.713	1.818.827
Sulawesi	663.658	7.953	671.611
Maluku	88.785	0	88.785
INDONESIA	8.845.968	37.927	8.883.895
Persentase	99,57	0,43	100,00



Gambar 2. Keragaan tanaman padi di lahan rawa lebak Hulu Sungai Selatan,Kalimantan Selatan (Dok. Ani S/Balittra)

Selain tanaman pangan (padi), jenis kacang-kacangan yang berkembang adalah kacang Nagara atau kacang tunggak (*Vigna unguiculata ssp cylindrica*) yang khas Kalimantan Selatan. Kacang ini mempunyai nilai gizi yang cukup baik, yaitu: lemak 1,4 %, protein 22-27%, dan karbohidrat 59,1% (Wahdah dan Nisa, 2011). Umbi-umbian yang berkembang di lahan rawa lebak, yaitu

ubi nagara dan ubi alabio. Ubi nagara adalah jenis tanaman yang merambat di permukaan tanah, dengan umbi yang cukup besar 300-800 g (Gambar 3). Menurut Hasanah, (2007), Ubi Nagara adaptif ditanam di lahan rawa lebak. Ubi alabio adalah jenis uwi yang merambat ke atas dengan bantuan tonggak atau tiang penyangga. Dalam kondisi yang baik, ubi Alabio segar tahan disimpan hingga 6 bulan (Antarlina, 2005). Ubi Alabio di daerah lain dikenal dengan ubi kelapa (Manado), uwi (Jawa), hui (Sunda), dan kribang (Kalbar, Riau). Selain dapat diandalkan untuk mendukung kecukupan dan sumber pendapatan bagi petani, Ubi Alabio dapat dijadikan alternatif penyediaan bahan pangan untuk mengurangi besaran konsumsi beras yang terus meningkat. Sebagai bahan pangan, ubi Alabio mempunyai komposisi gizi yang cukup baik. Selain sebagai sumber karbohidrat, ubi Alabio mempunyai kandungan protein yang relatif tinggi.

Jenis tanaman hortikultura yang diusahakan di lahan rawa lebak, diantaranya jeruk siam, waluh atau labu kuning, tomat, terung dan paria. Tanaman ini umumnya diusahakan di lahan rawa lebak dangkal, dengan cara membuat tukungan atau surjan seperti halnya di lahan rawa pasang surut. Adapun tanaman semangka, mentimun suri, cabai merah, umumnya diusahakan di lebak tengahan pada musim kemarau, terutama kemarau panjang (*El-Nino*). Di lebak Sub DAS Nagara Kalimantan Selatan sudah ada perwilayahan komoditas, antarlain wilayah padi, jagung, semangka, timun suri dan ubi nagara. Hasil pertanian di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan biasanya diangkut menggunakan transportasi air (Gambar 3)



Gambar 3. Hasil panen ubi Nagara (kiri) dan semangka (kanan) dari rawa lebak Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan di bawa ke pasar/pengumpul menggunakan transportasi air (Dok. Susilawati/Balittra)

Peternakan yang berkembang di lahan rawa lebak utamanya adalah unggas (itik, ayam, dan belibis). Jenis itik yang dibudidayakan di wilayah

rawa lebak, utamanya di Kalimantan Selatan yaitu jenis itik lokal yang dikenal dengan itik Alabio (*Anas platyrhincos* Borneo). Jenis itik ini banyak dipelihara masyarakat rawa lebak dengan pusat pengembangan di Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kalimantan Selatan. Berdasarkan laporan Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan, populasi itik Alabio ini sudah lebih dari empat juta ekor, dengan produksi telur sekitar 4 butir/ekor/minggu (Purba *et al.*, 2004). Belibis merupakan salah satu burung yang habitatnya di air. Secara alami, belibis berkembangbiak sekitar bulan Februari/Maret pada saat air di rawa lebak sedang tinggi dan sekitar bulan September/November pada saat air rawa lebak sedang rendah. Burung belibis memiliki suara khas seperti siulan, mencari makan di rawa-rawa atau persawahan, mampu berenang dan menyelam sangat baik, karena mempunyai selaput renang diantara jemari kaki seperti halnya itik. Burung belibis termasuk salah satu jenis unggas paling banyak diburu (Gambar 4).



Gambar 4. Itik Alabio (kiri) dan belibis (kanan) dari rawa lebak Hulu Sungai Utara, Kalimantan Selatan (Dok. M. Noor & Suryana, Balittra & BPTP Kalsel)

Selain unggas, terdapat potensi khas peternakan rawa lebak yang lain adalah kerbau rawa (*Bubalus carabanensis*), khususnya pada rawa lebak dalam. Kerbau ini merupakan suatu spesies kerbau yang unik, bisa berenang dan menyelam menjelajahi kawasan rawa sambil mencari makan rerumputan yang disukai. Kerbau rawa umumnya dipelihara secara tradisional di rawa lebak dalam dan dikandangkan di tengah rawa tanpa atap yang disebut *Kalang*. *Kalang* adalah kandang yang dibuat dari balok-balok kayu yang tahan air, disusun berselang-seling membentuk segi empat (Gambar 5). Kerbau rawa memiliki peran penting dalam kehidupan sosio-ekonomi petani, yakni sebagai tabungan hidup serta penghasil daging dan susu.



Gambar 5. Kerbau rawa (kiri) dan kalang (kanan) di kawasan rawa lebak Kalimantan (Dok. M. Noor/Balittra).

Potensi perikanan di perairan rawa lebak cukup besar, diperkirakan tidak kurang dari 100 jenis ikan air tawar. Jenis ikan yang adaptif hidup dan umum dikembangkan di lahan rawa lebak bersifat spesifik lokasi dan cukup beragam, tergantung dengan keadaan habitatnya. Jenis ikan yang sering ditemui di lahan rawa lebak antaralain: betok, gabus, sepat rawa, biawan, patin, dan toman (Noor, 2007).

Kunci dalam pemanfaatan lahan rawa lebak pada pengaturan air (*water management*). Pengaturan air secara alami hanya mengandalkan musim, tetapi dengan teknologi pengaturan air apapun komoditasnya dapat dikembangkan di lahan rawa lebak. Rawa lebak tergolong lahan yang subur karena adanya luapan banjir sehingga terjadi pengkayaan unsur hara. Keadaan ini membuat amelioran dan beberapa pupuk relatif dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit. Namun demikian, pemberian pupuk dan bahan amelioran memberikan respon terhadap tanaman padi dan menghasilkan panen yang lebih tinggi. Selain pupuk kimia, dapat pula diberikan pupuk hijau seperti azolla. Pemberian pupuk dengan cara ditanamkan atau dalam bentuk briket lebih baik karena memberikan hasil padi yang lebih tinggi (Noor, 2007).

Jenis tanah yang ditemukan di lahan rawa lebak adalah tanah mineral dan tanah gambut (Alihamsyah, 2005). Kedua jenis tanah ini mempunyai sifat fisik dan kimia serta watak yang berbeda (Tabel 6 dan 7). Perbedaan ini disebabkan adanya perbedaan dalam proses pembentukan tanah tersebut, dan hal ini akan mempengaruhi upaya pemanfaatan lahan tersebut untuk pertanian.

Tabel 6. Karakteristik tanah utama di lahan rawa lebak Indonesia.

Wilayah	Tekstur Tanah	Jenis tanah	pH Tanah	Drainase
Kalimantan Selatan	Liat	Mineral, gambut	4 – 5	Terhambat-sedang
Kalimantan Barat	Debu berliat	Mineral, gambut	4 – 5	Sedang
Sumatera Selatan	liat	Mineral	5	Terhambat-sedang
Sumatera Barat	Pasir berliat	Gambut, mineral	5 – 5,2	Sedang
Lampung	Liat	Mineral	5	Terhambat-sedang
Jambi	Liat	Mineral	5	Terhambat-sedang

Sumber : Achmadi dan Las (2006)

Tabel 7. Kategori sifat fisika dan kimia tanah pada jenis tanah di lahan lebak

Sifat fisika dan kimia	Jenis tanah dan kategori	
	Mineral	Gambut
Kerapatan tanah	Tinggi	Rendah
Kematangan tanah	Matang/hampir	Mentah
Porositas	matang	Tinggi
Daya pegang air	Rendah	Tinggi
Daya hantar listrik	Rendah	Rendah-tinggi
Kadar bahan organik	Tinggi	Tinggi
Kadar bahan anorganik	Rendah	Tinggi
Kemasam	Rendah	Tinggi
Ketersediaan hara	Rendah	Tinggi
Kapasitas tukar kation	Sedang-tinggi	Rendah
	Sedang-tinggi rendah	Tinggi

Sumber : Noor (2007)

Karakterisasi sifat kimia tanah dilakukan dengan mengambil contoh tanah dari lapisan profil tanah, hasil analisisnya dirangkum dalam Tabel 8 untuk mengevaluasi sifat-sifat kimia dan kesuburan tanah mineral di lahan rawa lebak.

Tabel 8. Sifat tanah mineral di lahan rawa lebak

Sifat Tanah	Lebak Dangkal	Lebak Tengahan	Lebak Dalam
Tekstur	Liat berat, liat, liat berdebu, lempung liat berdebu, lempung berdebu, lempung, dan lempung berpasir	Liat berat, liat, liat berdebu, dan lempung liat berdebu	Liat berat dan lempung liat berdebu

Tabel 8. Sifat tanah mineral di lahan rawa lebak (*lanjutan*)

pH-tanah di lapang	5,5-7,0	5,0-7,0	5,5-6,5
pH-tanah di lab.	4,0-5,5	3,5-4,5	3,5-4,5
C-organik (%)	0,09-12,04	0,52-17,20	1,20-18,92
P-Bray (ppm)	2-23	2-27	3-15
K-dd (mg/100 g)	5-40	5-60	5-25
KTK (%)	0,6-21	1-20	4-18
KB (%)	10-100	3-80	6-75

Sumber: Subagyo (2006)

Tabel 8 memperlihatkan bahwa sifat kimia dan kesuburan tanah di lahan rawa lebak dangkal umumnya lebih baik daripada lebak tengahan dan lebak dalam, reaksi tanah (pH tanah) kurang masam, dan kandungan P_2O_5 , total kation, serta kejenuhan basa lahan rawa lebak dangkal relatif tinggi dibandingkan dengan lahan rawa lebak tengahan dan dalam.

Masalah hidrologi di lahan lebak yang seringkali terjadi adalah laju kenaikan genangan air yang sukar diprediksi karena besarnya debit air yang dipengaruhi oleh curah hujan di kawasan hulu, hidrotopografi lahannya beragam dan umumnya belum ditata dengan baik, sehingga seringkali banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Kondisi ini menyebabkan, pengembangan rawa lebak untuk pertanian khususnya tanaman pangan dalam skala luas memerlukan penataan lahan dan jaringan tata air (Achmadi dan Las, 2006; Noor, 2007). Pengendalian air di lahan rawa lebak mempengaruhi ketersediaan hara bagi tanaman. Reaksi kimia tanah di lahan lebak tergantung pada oleh kondisi tanah basah dan kering, sehingga menciptakan proses reduksi-oksidasi. Keadaan ini menimbulkan dinamika fisikokimia, geokimia dan biokimia di lahan lebak (Noor, 2007). Banjir kiriman yang datang dalam jumlah besar dan mendadak banyak menenggelamkan padi.

Selain masalah fluktuasi air, kualitas air di kawasan rawa lebak juga beragam terutama disaat permukaan air mulai naik. Kualitas air dipengaruhi oleh sifat internal dan eksternal. Sifat internal yang mempengaruhi antara lain: (1) karakteristik hidrologi, (2) sumberdaya hayati (gulma dan tumbuhan air lainnya), dan (3) sifat kimia dan kesuburan tanahnya (jenis tanah). Sedangkan sifat eksternal yang mempengaruhi antara lain: (1) lingkungan fisik di bagian hulu dan setempat, dan (2) kegiatan manusia dalam pemanfaatan dan pengelolannya (Nursyamsi *et al.*, 2014).

Selain masalah hidrologi, masalah biofisik lainnya dalam pengembangan lahan lebak untuk produksi pangan adalah kesuburan tanah relatif rendah dan beragam (Noor, 2007). Keberagaman kesuburan tanah di lahan lebak tergantung dari tipologi lahan dan jenis tanahnya. Lahan lebak dangkal umumnya mempunyai kesuburan tanah yang lebih baik karena adanya pengkayaan dari endapan lumpur yang terbawa luapan air sungai (Effendi *et al.*, 2014). Secara alami dan terus menerus, lahan lebak umumnya mendapat endapan lumpur dari daerah di atasnya terutama daerah pinggiran sungai besar, sehingga walaupun kesuburan tanah umumnya tergolong sedang, tetapi keragamannya sangat tinggi antar wilayah ataupun antar lokasi (Ismail *et al.*, 1993; Ar-Riza dan Alihamsyah, 2005).

Masalah biologis yang umum ditemukan di lahan rawa adalah hama penyakit dan gulma, tikus, orong-orong, dan babi hutan merupakan hama utama tanaman di lahan rawa yang seringkali sulit dikendalikan dan menggagalkan produksi. Penyakit yang sering ditemukan adalah blas dan busuk pelepah khususnya pada padi, penyakit busuk daun (*Colletotrichum* sp), busuk buah (*Anthraco nose* sp), dan penyakit layu (*Fusarium oxysporum* Sulz) pada tanam cabai dan tomat. Gulma memiliki pertumbuhan yang sangat cepat sehingga seringkali menyulitkan kegiatan persiapan lahan, waktu yang diperlukan lebih lama dengan biaya besar. Gangguan hama tikus, wereng coklat dan penggerek batang juga seringkali menyebabkan kegagalan panen (Rochman dan Sukarna, 1991).

Menurut Suryana (2007), permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan unggas di lahan rawa lebak antaralain (1) belum adanya standarisasi bibit, (2) kualitas pejantan menurun, (3) masih mahalnya harga pakan, (4) ketersediaan bahan pakan lokal bergantung pada musim, (5) penanganan penyakit yang belum memadai, dan (6) pemeliharaan yang kurang tepat. Populasi belibis di rawa diprediksi akan mengalami penurunan cepat, karena tingginya permintaan daging belibis. Sementara permasalahan yang dihadapi pada pengembangan kerbau rawa, adalah sistem pemeliharaan yang masih tradisional, tingkat pemotongan hewan tinggi, ketersediaan pakan dan padang penggembalaan alami terbatas. Masalah lainnya, yaitu: (1) penurunan mutu bibit, (2) *inbreeding*, (3) tingkat penjualan pejantan tinggi, (4) lokasi pemeliharaan terlalu jauh, dan (5) penyakit turra (*trypanosomiasis* dan *fascioliasis*) dan bakteri penyakit ngorok (*klostridiosis*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masalah sosial ekonomi di lahan rawa lebak adalah (1) rendahnya tingkat pendidikan, (2) keterbatasan modal, (3) keterbatasan pasar dan rendahnya *farmer's share*, (4) ketersediaan dan akses petani terhadap benih unggul dan pupuk rendah, dan (5) eksistensi dan kinerja kelembagaan belum maksimal. Hasil penelitian Noorginayuwati *et al.* (2010) di Kabupaten Hulu Sungai Utara dan Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan yang didominasi oleh lahan rawa lebak menunjukkan bahwa rata-rata tingkat pendidikan petani hanya sampai sekolah menengah pertama (SLTP). Semakin rendah tingkat pendidikan petani semakin rendah pula kemampuannya menerima, menyaring, dan menerapkan inovasi yang dikembangkan serta cenderung kurang responsif. Kepemilikan modal petani umumnya rendah, karena dari pendapatan rumah tangga (Rp 21.859.342/KK/tahun) rata-rata dikeluarkan untuk keperluan rumah tangga sebesar Rp 20.464.714 sehingga selisihnya hanya sebesar Rp 1.394.628/KK/th yang merupakan modal untuk berusaha musim tanam berikutnya. Jadi hanya sebesar 26,73% dari total biaya usahatani padi (Rp 5.216.836/ha) yang diinvestasikan kembali.

Keterbatasan modal pedagang pengumpul menjadi faktor pembatas dalam menyerap hasil komoditas hortikultura di lahan rawa lebak karena tidak mampu membayar tunai kepada petani produsen. Hasil analisis margin tata niaga menunjukkan bahwa bagian harga yang diterima petani (*farmer's share*) lebih kecil (39,48 %) dibanding dengan yang diterima pedagang (60,52%). Keadaan ini menunjukkan bahwa pemasaran belum efisien (Rina, 2010). Selain itu, ketersediaan dan akses petani terhadap benih unggul dan pupuk, terutama untuk komoditas selain padi, jagung dan kedelai masih rendah. Oleh karena itu, kebanyakan petani menggunakan benih hasil panen sebelumnya dan pupuk seadanya.

Permasalahan lainnya adalah eksistensi dan kinerja kelembagaan yang masih rendah seperti: penyuluhan, penyediaan sarana produksi, alsintan, permodalan dan pemasaran hasil (Tabel 9). Kelembagaan ini penting dalam mengembangkan pelayanan kepada petani untuk meningkatkan kesejahteraannya.

Tabel 9. Persepsi petani terhadap kelembagaan pendukung pertanian di lahan rawa lebak Kabupaten Hulu Sungai Utara (HSU) dan Hulu Sungai Selatan (HSS), Kalimantan Selatan

Uraian	HSU			HSS		
	E	TE	TT	E	TE	TT
PPL	33,3	23,3	43,4	33	47	20
KUD	41,6	21,7	36,7	23	54	23
Kelompok tani	79,1	6,7	14,2	73	7,0	20
Gotong royong	68,5	10,0	21,5	63	33	14

Keterangan: E = Efektif; TE = Tidak Efektif; TT = Tidak tahu.

Sumber : Noorinayuwati dan Rina (2006); Retno *et al.* (2006).

Penutup

Pemanfaatan lahan rawa lebak menjadi strategis, mengingat semakin menyempitnya lahan pertanian subur akibat konversi lahan pertanian menjadi non pertanian dan meningkatnya permintaan pangan hasil pertanian akibat jumlah penduduk yang terus bertambah. Lahan rawa lebak merupakan agroekosistem yang cukup potensial untuk pertanian (padi, palawija, hortikultura, perkebunan, peternakan) dan perikanan. Kegiatan pertanian masyarakat pada awalnya hanya untuk memenuhi kebutuhan keluarga. Namun belakangan telah berubah menjadi sistem pertanian yang lebih maju, seperti pola tanam polikultur (padi+ ubi alabio + terung + cabai + labu); perkebunan (jeruk siam dan kelapa sawit), peternakan (unggas dan kerbau rawa), dan perikanan (keramba, hampang, caren/sumuran/kolam/beje).

Pengembangan lahan rawa lebak umumnya menghadapi berbagai kendala biofisik lahan dan sosial ekonomi masyarakat. Kendala biofisik lahan yang sering muncul adalah terjadinya kekeringan pada musim kemarau dan banjir pada musim hujan yang waktunya sulit diprediksi. Kondisi ini mengakibatkan semakin sempitnya masa tanam, sehingga perlu teknologi inovasi dan tanaman yang adaptif terhadap kekeringan dan rendaman. Masalah sosial ekonomi utama yang terjadi di lahan lebak antara lain, kelembagaan desa, keterbatasan modal dan pasar. Selain itu rendahnya ketersediaan dan akses petani terhadap sarana produksi (benih, pupuk dan pestisida), serta eksistensi dan kinerja kelembagaan. Diantara kendala tersebut yang harus lebih diperhatikan adalah keterbatasan modal dan akses pasar.

Penegasan kembali tentang potensi dan peluang pemanfaatan lahan rawa lebak sebagai lahan alternatif masa kini dan masa depan diperlukan. Kesadaran publik akan pentingnya pengembangan lahan rawa lebak secara berkelanjutan perlu dibangun. Optimalisasi sumberdaya lahan dilakukan dengan menggunakan input/masukan teknologi varietas, pupuk, air, alsintan, manajemen budidaya dan kelembagaan yang sesuai, inovatif, terpadu, agribisnis dan berkelanjutan dengan konsep *eco-farming estate system*.

Daftar Pustaka

- Achmadi, dan I. Las. 2006. Inovasi teknologi pengembangan pertanian di lahan rawa lebak. Hlm.21-36. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Rawa Lebak Terpadu. Balittra. Banjarbaru.
- Adimihardja, A., K. Sudarman, dan D. A. Suriadikarta. 1998. Potensi dan kendala pengembangan usaha pertanian di lahan rawa Kalimantan. Hlm.114-122 Dalam Tarmuji, M. Sabran, M. Hamda, D. I. Saderi dan Istiana (Eds.). Prosiding Lokakarya Strategi Pembangunan Pertanian Wilayah Kalimantan. Deptan, BPTP, IPPTP. Banjarbaru.
- Alihamsyah, T. 2004. Potensi dan pendayagunaan lahan rawa dalam rangka peningkatan produksi padi. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Alihamsyah, T. 2005. Pengembangan Lahan Rawa Lebak untuk Usaha Pertanian. Balai Penelitian Lahan Rawa (Balittra). Banjarbaru. 53 Hlm.
- Alkasuma, Suparto, dan G. Irianto. 2003. Identifikasi dan karakterisasi lahan rawa lebak untuk pengembangan padi sawah dalam rangkaantisipasi dampak El-Nino. Hlm. 49-72. Dalam Agus et al. (Eds.). Pros. Seminar Nasional Sumberdaya Lahan, Cisarua-Bogor 6-7 Agustus 2002. Puslittanak. Bogor. Buku I.
- Antarlina, S. S. 2005. Liptan Ubi Alabio Sumber Karbohidrat Alternatif dari Lahan Rawa. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Pusat Penelitian dan Pegembagan Tanah dan Agroklimat.
- Arifin, M. Z., K.Anwar, Alkasuma, Suparto dan Y. Rustandi. 2005. Delineasi lahan rawa lebak untuk pengembangan pertanian potensial di Kalimantan Timur. Hlm. 23-37. Dalam Laporan Tahunan Penelitian Pertanian Lahan Rawa Tahun 2006. Balittra. Banjarbaru..
- Ar-Riza, I. dan T. Alihamsyah. 2005. Optimalisasi pemanfaatan lahan rawa dalam pengembangan padi. Makalah Utama. Hlm.43-62. Pros. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan Rawa dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan.Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Banjarbaru.
- Ar-Riza, I., D. Nazemi, dan Y. Rina, 2011. Penerapan Teknologi Tanpa Bakar (TB) untuk Meningkatkan Produksi Jagung di Lahan Gambut. Hlm. 287-293. Dalam Soenartiningih et al. (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Tanaman Serealia Pekan Serealia Nasional 2010. "Meningkatkan Peran

- Penelitian Sereal Menuju Swasembada Pangan Perkelanjutan". Maros 27-28 Juli 2010. Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian.
- Dharmawan, A. H. 2004. Sistem pengendalian konversi lahan pertanian: Perspektif sosiologi pertanian. Makalah pada Round Table Pengendalian Konversi dan Pengembangan Lahan Pertanian. Jakarta, 14 Desember 2004.
- Effendi, D. S., Z. Abidin, dan B. Prastowo. 2014. Model percepatan pengembangan pertanian lahan rawa lebak berbasis inovasi. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 7(4):177-186.
- Hasanah, L. N. 2007. Potensi ubi jalar sebagai bahan pangan pokok alternatif. *Jurnal LITBANGDA Kal Sel* 2(2):31-35.
- Husen, E., I. Las, dan D. Nursyamsi. 2014. Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran, dan Potensi Ketersediaan. Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 62 Hlm.
- Idak, H. 1982. Perkembangan dan Sejarah Persawahan di Kalimantan Selatan. Pemda Tingkat I. Kalimantan Selatan. Banjarmasin.
- Irianto, G. 2006. Kebijakan dan pengelolaan air dalam pengembangan lahan rawa lebak. Hlm. 9-20. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Rawa Lebak Terpadu, 28-29 Juli 2006. Balittra. Banjarbaru.
- Ismail, I. G., T. Alihamasyah, I. P. G. Widjaja-Adhi, Suwarno, H. Tati, T. Ridwan dan D. E. Sianturi. 1993. Sewindu Penelitian Pertanian di Lahan Rawa (1985-1993). Kontribusi dan Prospek Pengembangan. Proyek Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa Swamps II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 128 Hlm.
- Noor, M. 2007. Rawa Lebak: Ekologi, Pemanfaatan, dan Pengembangannya. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 213 hlm.
- NoorGINAYuwati dan Y. Rina. 2006. Keragaan Pangelolaan Air di Tingkat Petani pada Pertanaman Musim Kemarau di Lahan rawa lebak. Prosiding Semnas Iptek Solusi Kemandirian Pangan. Yogyakarta 2-3 Agustus 2006. Kerjasama LIPI, BPTP Yogyakarta dan UGM.
- NoorGINAYuwati, K. Anwar, Noortirtayani, N. Fauziati F. dan S. Umar. 2010. Tingkat Adopsi Komponen Teknologi Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Melalui SL-PTT di Lahan Rawa Lebak Tengahan. Laporan Akhir RPTP/RDHP Th. 2010. Balittra Banjarbaru.
- Nugroho, K., Alkasuma, Paidi, W. Wahdini, Abdurachman, H. Suhardjo, dan I. P. G. Widjaja-Adhi. 1992. Peta areal potensial untuk pengembangan pertanian lahan rawa pasang surut, rawa dan pantai. Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Nursyamsi, D., M. Alwi, M. Noor, K. Anwar, E. Maftu'ah, I. Khairullah, I. Ar-Riza, S. Raihan, R. S. Simatupang, NoorGINAYuwati, dan A. Jumberi. 2014. Buku Pedoman Pengelolaan Lahan rawa Lebak untuk Pertanian Berkelanjutan. Balitbangtan. IAARD Press. Jakarta. 72 Hlm.

- Retno, Q., Yanti Rina dan A. Subur. 2006. Persepsi Petani terhadap Pengembangan Sistem Usahatani dan Kelembagaan di Lahan rawa lebak; Prosiding Semnas Pengelolaan Lahan Terpadu. Banjarbaru 28-29 Juli 2006. Balittra.
- Purba, M. L., H. Prasetyo, S. Peni, S. Hardjosworo, dan R. D. Ekastuti. 2004. Produktivitas itik Alabio dan Mojosari selama 40 minggu dari umur 20-60 minggu. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2004. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Rina, Y., Noorginayuwati, H. Sutikno, A. Jumberi, A. Supriyo dan A. Budiman. 2008. Analisis Ekonomi dan Keunggulan Kompetitif Komoditas Pertanian di Lahan Lebak. Laporan Akhir Tahun Anggaran 2008. BBSDLP. Balittra. Banjarbaru.
- Rina, Y. 2010. Pemasaran tomat di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan. Prosiding National Green Technology. Fakultas Sain dan Teknologi Usahatani Islam Negara (UIN) Maulana Malik Iberahim Malang 20 Nopember 2010.
- Rochman dan D. Sukarna. 1991. Pengendalian hama tikus. Hlm. 751-776. Dalam Soenarjo, E., D. S. Damardjati dan M. Syam (Eds.). Padi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Subagyo, H. 2006. Lahan rawa lebak. Hlm.99-116. Dalam Suriadikarta et al. (Eds.). Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Suryana. 2007 . Prospek dan Peluang Pengembangan Itik Alabio di Kalimantan Selatan. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian 26(3):109-114.
- Suryana dan M. Yasin, 2014a. Konservasi burung belibis di lahan rawa. Hlm 251-260. Dalam Mukhlis et al. (Eds.). Biodiversiti Rawa: Eksplorasi, Penelitian dan Pelestariannya. IIARD Press. Jakarta.
- Suryana dan M. Yasin, 2014b. Pengembangan dan pelestarian itik Alabio di lahan rawa (Kasus Kalimantan Selatan). Hlm 282-298 Dalam Mukhlis et al. (Eds.). Biodiversiti Rawa: Eksplorasi, Penelitian dan Pelestariannya. IIARD Press. Jakarta.
- Sutomo, S. 2004. Analisa data konversi dan prediksi kebutuhan lahan. Pertemuan Round Table II Pengendalian Konversi dan Pengembangan Lahan Pertanian, Jakarta, 14 Desember 2004.
- Wahdah, R., dan C. Nisa. 2011. Perbandingan galur F7 kacang Negara (*Vigna unguiculata* ssp. *cylindrica*) dengan rata-rata tetua dan dengan rata-rata populasi F7. *Agroscientiae*. 18(2):
- Widjaya-Adhi, I. P.G., D. A, Suriadikarta, M. T. Sutriadi, dan I. W. Suatika. 2000. Pengelolaan, pemanfaatan, dan pengembangan lahan rawa. Hlm.127-164. Dalam Adimihardja et al. (Eds.). Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Puslittanak, Bogor.

PENGELOLAAN AGROEKOSISTEM GAMBUT BERBASIS LINGKUNGAN DAN MASYARAKAT

Muhammad Noor., Vika Mayasari., dan A. R. Hidayat

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

Jalan Kebun Karet, Loktabat Utara, Banjarbaru 70712

Telp/fax 0511 4772534 Email: m_noor_balittra@yahoo.co.id

Ringkasan

Pengembangan pertanian di lahan gambut harus memperhatikan faktor lingkungan dari lahan gambut itu sendiri, antara lain sebagai lumbung air, rosot karbon, sumber emisi gas rumah kaca, habitat keanekaragaman hayati, dan pengatur rantai nutrisi dan energi makhluk hidup. Keberagaman lahan gambut sangat tinggi baik dari segi ketebalan gambut, kematangan maupun kesuburannya, sehingga tidak semua lahan gambut sesuai untuk pertanian. Dari luas 14,91 juta hektare, diperkirakan hanya 6-9 juta hektare yang layak untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian. Pemanfaatan lahan gambut meningkat pesat dari tahun ke tahun, khususnya bagi provinsi yang memiliki areal gambut luas, seperti Riau, Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah. Lahan gambut mempunyai dua fungsi, yaitu fungsi lindung atau konservasi dan fungsi budidaya atau produksi. Fungsi produksi lahan gambut ini adalah fungsi sebagai penghasil tanaman pangan semusim, hortikultura, maupun tanaman perkebunan dan kehutanan (tanaman tahunan). Fungsi lingkungan ekosistem gambut merupakan penyangga hidrologi dan cadangan karbon yang sangat penting bagi lingkungan hidup. Oleh karenanya, ekosistem ini harus dilindungi agar fungsinya dapat dipertahankan. Lahan gambut sebagai penambat dan penyimpan karbon dalam jumlah besar baik di atas maupun di bawah permukaan tanah sehingga mampu berkontribusi dan berperan sebagai pengurang efek gas rumah kaca di atmosfer. Berdasarkan karakteristik dan potensinya lahan gambut mempunyai peluang dikembangkan untuk pertanian, diantaranya dari gambut bongkor (terdegradasi) yang luasnya sekitar 4,4 juta hektare, dimana 3,74 juta hektare ditutupi semak belukar berpotensi untuk pertanian dan perkebunan. Pada prinsipnya, kebijakan dalam pengembangan lahan gambut baik untuk fungsi budidaya maupun fungsi lindung perlu berbasis pada pengembangan sumberdaya ekonomi masyarakat ke depan tanpa mengabaikan lingkungan. Pengelolaan lahan gambut berbasis partisipasi masyarakat diartikan sebagai upaya pengembangan pertanian dengan melibatkan masyarakat terkait dengan keinginan mereka mulai dari perencanaan, implementasi, dan evaluasi kegiatan yang dilakukan. Beberapa catatan penting untuk pengelolaan lahan gambut antara lain, yaitu : pembuatan saluran drainase mikro sedalam 10-50 cm untuk tanaman pangan, 20 cm untuk karet, 30-50 cm untuk kelapa,

kopi dan kakao serta 40-60 cm untuk kelapa sawit, saluran drainase untuk membuang kelebihan air dan keleluasaan akar tanaman, pemberian bahan amelioran untuk memperbaiki medium sekitar perakaran; pemberian asupan hara untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Pendahuluan

Ekosistem gambut merupakan salah satu bentuk atau tipe dari ekosistem lahan basah yang mempunyai fungsi lingkungan dan fungsi produksi. Fungsi lingkungan penting sebagai bagian utama dari ekosistem gambut yang masih alamiah yang masuk dalam zone konservasi, sedangkan fungsi produksi menjadi bagian utama dari ekosistem gambut yang dikembangkan, khususnya untuk kegiatan pertanian, perkebunan, perikanan, atau peternakan. Dalam konteks bahasa tanah gambut mempunyai banyak sebutan antara lain disebut *tanah hitam*, *humus* (Jawa), *sepuk* (Kalbar), *payo* (Jambi), *rawang* (Sumsel, Malaysia), dan *ambul* (Kalsel). Dalam kosakata bahasa asing disebut juga dengan bermacam istilah antara lain *peat* (Inggris/Eropa), *bog* (Irlandia, Rusia/Soviet), *fen* (Amerika Utara), *mire* (Finlandia), *moor* (Jerman), dan *musked* (Kanada). Istilah gambut populer sekitar tahun 1980-an, sebelumnya disebut tanah humus.

Para ahli di Indonesia sebagian besar memberikan definisi gambut mengacu pada *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 2001), disebut tanah gambut (1) jika dalam keadaan jenuh air dengan genangan dalam periode yang lama dengan meniadakan akar-akar tanaman hidup, mengandung: (a) 18%-bobot karbon organik atau >18% (setara 30% bahan organik) jika mengandung fraksi klei (*clay*) 60% atau lebih, atau (b) 12%-bobot karbon organik atau >12% (setara 20% bahan organik), jika tidak mengandung fraksi klei; dan (2) jika tidak tergenang, kecuali beberapa hari mengandung 20%-bobot atau lebih karbon organik. Selain ketentuan diatas, juga berlaku kriteria kedalaman atau ketebalannya, yaitu 50 cm, jika kurang dari 50 cm disebut tanah bergambut (Noor, 2001).

Berdasarkan ketebalannya lahan gambut dibagi dalam 4 (empat) tipologi, yaitu (1) gambut dangkal, apabila kedalamannya >50-100 cm, (2) gambut sedang apabila kedalamannya >100-200 cm, (3) gambut dalam, apabila kedalamannya >200-300 cm, dan (4) gambut sangat dalam, apabila kedalamannya >300 cm. Jadi penyusun utama dari tanah gambut adalah sisa-sisa tanaman (purba) yang berlapis-lapis sehingga membentuk menjadi *tanah* sebagian lapuk, tetapi sebagian tetap bertahan. Tanah gambut yang tetap

basah disebut *hidrofilik* artinya daya atau kemampuan menyerap air cukup besar, apabila kering berubah menjadi *hidrofobik* artinya benci air – kemampuan menyerap airnya turun hingga 50% dari potensi sebelumnya (Noor, 2010).

Tulisan ini akan mengemukakan tentang pengertian Agroekosistem gambut, fungsi produksi dan lindung lahan gambut, sumberdaya keanekaragaman hayati lahan gambut, pengembangan pertanian di lahan gambut, dan kebijakan pengelolaan lahan gambut secara komprehensif.

Pengertian Agroekosistem Gambut

Lahan gambut merupakan salah satu tipologi lahan yang dijumpai pada Agroekosistem rawa, baik pada lahan rawa pasang suut maupun lahan rawa lebak. Agroekosistem gambut diartikan sebagai tanah gambut yang dikembangkan untuk pengembangan pertanian berbasis lingkungan. Tanah gambut yang dimanfaatkan untuk pengembangan pertanian, termasuk perkebunan, dan peternakan atau sejenisnya disebut lahan gambut. Dalam konteks lingkungan, maka pengembangan pertanian di lahan gambut harus memperhatikan faktor lingkungan antara lain terkait gambut sebagai lumbung air, rosot karbon, sumber emisi gas rumah kaca, habitat keanekaragaman hayati, dan pengatur rantai nutrien dan energi makhluk hidup.

Ekosistem gambut dipandang sebagai kesatuan hidrologi gambut (KHG) atau satuan hidrologi gambut. Satuan hidrologi gambut yaitu wilayah gambut, termasuk kubah gambut dan gambut tebal yang terletak antara dua sungai yang mengapit wilayah tersebut. Oleh karena itu, pengelolaan lahan gambut berbasis lingkungan mensyaratkan untuk memperhatikan sifat dan karakteristik gambut serta sifat dan karakteristik hidrologinya.

Fungsi Produksi dan Lindung Lahan Gambut

Pemanfaatan lahan gambut selama ini belum optimal. Dari hasil penelitian dan pemetaan (1952-2011) diketahui bahwa lahan gambut tersebar sebagian besar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Papua, dan sebagian secara terbatas di Pulau Sulawesi. Pada awalnya (1952) ditetapkan mempunyai luas 16,35 juta hektare. Laporan tahun 1981 menyatakan luas gambut 27,06 juta hektare, kemudian pada tahun 2000 menjadi 14,50 juta hektare dan tahun 2011 dinyatakan 14,91 juta hektare (Noor, 2010; Ritung *et al.*, 2011). Perbedaan luas lahan gambut pada setiap tahunnya dimungkinkan karena hasil survei tidak menjangkau seluruh wilayah, perubahan pada lahan

gambut itu sendiri, misalnya hilang atau menipis karena kebakaran, atau metode perhitungan yang berbeda.

Keberagaman lahan yang sangat tinggi baik dari segi ketebalan gambut, kematangan maupun kesuburannya, sehingga tidak semua lahan gambut sesuai untuk pertanian. Dari luas 14,91 juta hektare, diperkirakan hanya 6-9 juta hektare yang layak untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian. Pemanfaatan lahan gambut meningkat pesat dari tahun ke tahun, khususnya bagi provinsi yang memiliki areal gambut luas, seperti Riau, Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah. Dari tahun 1982 sampai 2007 telah terjadi konversi lahan gambut seluas 1,83 juta hektare atau 57% dari luas total hutan gambut seluas 3,2 juta hektare di Provinsi Riau. Laju konversi lahan gambut cenderung meningkat dengan cepat, sedangkan untuk lahan non gambut peningkatannya relatif lebih lambat (Ritung *et al.*, 2011).

Fungsi produksi lahan gambut

Fungsi produksi lahan gambut adalah fungsi sebagai penghasil tanaman pangan semusim (tanaman pangan) dan tanaman tahunan (perkebunan dan kehutanan). Lahan gambut yang dapat dimanfaatkan sesuai dengan arahan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian yakni pada gambut dangkal (ketebalan < 100 cm) untuk tanaman semusim dan gambut dalam (ketebalan 2-3 m) untuk tanaman tahunan, tingkat kesuburan relatif tinggi, dan memiliki risiko terhadap lingkungan lebih kecil.

Kondisi media perakaran dan unsur hara yang tidak mendukung pertumbuhan tanaman menjadi faktor pembatas, sehingga pemanfaatan lahan gambut disesuaikan dengan jenis komoditas yang dikembangkan. Misalnya untuk tanaman pangan yang adaptif di lahan gambut diantaranya adalah padi, jagung, kedelai, ubikayu; hortikultura yang adaptif adalah kangkung, kacang panjang, cabai, jeruk, terong, nenas, sedangkan tanaman tahunan umumnya karet. Karet dan kelapa sawit dapat tumbuh baik pada lahan gambut sedang (ketebalan 1-2 m), sedangkan untuk tanaman kopi dan kakao bisa tumbuh pada lahan gambut dangkal (ketebalan 0,5- 1,0 m) (Balittra, 2014).

Pengelolaan air dan kesuburan tanah menjadi faktor pemicu tingkat keberhasilan lahan gambut sebagai produsen tanaman pangan, hortikultura, tanaman tahunan. Dasarnya adalah melakukan upaya pengaturan muka air tanah (*ground water level*) agar bahan gambut di bagian permukaan tanah tetap

terjaga dalam keadaan lembab (kandungan air tanahnya selalu di atas batas kritis). Pengelolaan air dimaksudkan tidak hanya untuk penyediaan air untuk tanaman, tetapi juga menjaga agar bahan gambut tidak kekeringan terutama pada musim kemarau. Selain itu, untuk stabilitas bahan gambut diperlukan penambahan bahan amelioran agar sumber pelepasan C, utamanya yang berasal dari gugus fungsional, dapat berinteraksi dengan bahan aktif amelioran (kation metal) membentuk ikatan kompleks (*organo-metal complexes*) sehingga menjadi lebih tahan (stabil). Terbentuknya ikatan kompleks (bentuk polimer) dimaksudkan agar ukuran bentuk polimer ini menjadi lebih besar sehingga peluang terserap oleh tanaman menjadi kecil. Asam organik monomer dalam bahan gambut, terutama dari bentuk fenolat, sebagian dapat terserap tanaman karena ukurannya yang lebih kecil sehingga dapat menjadi bersifat racun bagi tanaman yang diusahakan (Sabiham dan Ismangun, 1997).

Pengelolaan lahan gambut berbasis partisipasi masyarakat adalah mengupayakan agar dalam pengembangan pertanian selalu melibatkan masyarakat terkait dengan keinginan mereka dalam mengembangkan lahan gambut untuk pertanian. Keterlibatan masyarakat harus dilakukan mulai dari perencanaan, implementasi, dan evaluasi kegiatan yang dilakukan. Beberapa catatan penting untuk pengelolaan lahan gambut antaralain, yaitu :

1. Pembuatan saluran drainase mikro sedalam 10-50 cm diperlukan untuk tanaman pangan pada lahan gambut. Tanaman padi sawah pada lahan gambut hanya memerlukan parit sedalam 10-30 cm (Masganti *et al.*, 2015). Fungsi drainase adalah untuk membuang kelebihan air, menciptakan keadaan tidak jenuh untuk pernapasan akar tanaman, dan mencuci sebagian asam-asam organik, dan mengontrol proses reaksi kimia (Noor, 2001). Semakin pendek interval/jarak antar parit drainase maka semakin tinggi hasil tanaman. Walaupun drainase penting untuk pertumbuhan tanaman, namun semakin dalam saluran drainase akan semakin cepat laju subsiden dan dekomposisi gambut.
2. Pemberian bahan amelioran untuk meningkatkan pH sehingga memperbaiki media perakaran tanaman. Umumnya lahan gambut bereaksi masam sampai sangat masam (pH 3,5-4,5). Bahan amelioran dapat berupa kapur, tanah mineral, pupuk kandang dan abu sisa pembakaran dapat meningkatkan pH dan basa-basa tanah (Salampak, 1999; Mario, 2002; Masganti, 2003). Namun peningkatan pH tanah gambut cukup sampai pH 4,5 atau pH 5,0 saja karena gambut tidak memiliki potensi Al yang beracun. Peningkatan sampai di atas pH 5

dapat meningkatkan laju dekomposisi gambut. Pengaruh buruk asam-asam organik beracun juga dapat dikurangi dengan menambahkan bahan-bahan amelioran yang banyak mengandung kation polivalen seperti terak baja, tanah mineral laterit atau lumpur sungai (Salampak, 1999; Sabiham dan Ismangun, 1997; Masganti, 2003).

3. Pemberian asupan hara sebagai tambahan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Pencampuran tanah mineral berkadar besi tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi (Salampak, 1999; Mario, 2002;). Unsur hara utama yang perlu ditambahkan untuk tanaman tahunan di lahan gambut adalah unsur P dan K. Unsur hara lainnya seperti N dibutuhkan dalam jumlah yang relatif rendah karena bisa tersedia dari proses dekomposisi gambut, tetapi N penting juga untuk *starter*.

Sistem drainase yang tepat dan benar sangat diperlukan pada lahan gambut, baik untuk tanaman pangan maupun perkebunan. Sistem drainase yang tidak tepat akan mempercepat kerusakan lahan gambut. Salah satu komponen penting dalam pengaturan tata air lahan gambut adalah bangunan pengendali berupa pintu air di setiap saluran. Pintu air berfungsi untuk mengatur muka air tanah supaya tidak terlalu dangkal dan tidak terlalu dalam. Tanaman tahunan memerlukan saluran drainase dengan kedalaman berbeda-beda. Tanaman karet memerlukan saluran drainase mikro sekitar 20 cm, tanaman kelapa sedalam 30-50 cm, sedangkan tanaman kelapa sawit memerlukan saluran drainase sedalam 40-60 cm. Gambut yang relatif tipis (<100 cm) dan subur juga dapat ditanami dengan tanaman kopi dan kakao dengan saluran drainase sedalam 30-50 cm (Masganti *et al.*, 2015). Semakin dalam saluran drainase semakin cepat terjadi penurunan permukaan (subsiden) dan dekomposisi gambut sehingga ketebalan gambut akan cepat berkurang dan dayaangganya terhadap air menjadi menurun.

Fungsi lindung lahan gambut

Fungsi lindung ekosistem gambut merupakan penyangga hidrologi dan cadangan karbon yang sangat penting bagi lingkungan hidup. Oleh karenanya, ekosistem ini harus dilindungi agar fungsinya dapat dipertahankan. Lahan gambut sebagai penambat dan penyimpan karbon dalam jumlah besar baik di atas maupun di bawah permukaan tanah harus dijaga kapasitas fungsinya, sehingga mampu berkontribusi dan berperan sebagai pengurang efek gas rumah kaca di atmosfer. Kawasan yang dijadikan sebagai areal tampung hujan

adalah bagian kubah gambut (*peat dome*) sehingga harus menjadi kawasan konservasi. Kubah gambut berfungsi sebagai penyimpan air (*resevoir*) yang bisa mensuplai air bagi wilayah di sekitarnya, terutama pada musim kemarau, baik untuk air minum maupun usaha tani.

Pada musim hujan kawasan kubah gambut berfungsi sebagai penampung air yang berlebihan, sehingga mengurangi risiko banjir bagi wilayah di sekitarnya. Hal ini dimungkinkan karena gambut memiliki daya memegang air sangat besar. Perlindungan terhadap kawasan tampung hujan akan menjamin kawasan sekitarnya menjadi lebih produktif (Agus dan Subiksa, 2008). Lahan gambut dalam (> 300cm) merupakan area konservasi dan tidak diperkenankan untuk dijadikan sebagai kawasan produksi. Jika tidak, seiring perkembangan jaman, lahan gambut akan semakin habis karena terjadi penyusutan akibat berkurangnya fungsi penyangga hidrologi dan teroksidasinya lapisan pirit yang mengakibatkan pencemaran lingkungan perairan di sekitarnya.

Simpanan karbon dari lahan gambut dengan luas 3% dari luas daratan di seluruh dunia diperkirakan mencapai 550 Gigaton C atau setara dengan 30% karbon tanah, 75% dari seluruh karbon atmosfer, setara dengan seluruh karbon yang dikandung biomassa (massa total makhluk hidup) daratan. Jumlah simpanan karbon diatas setara dengan dua kali simpanan karbon semua hutan di seluruh dunia. Lahan gambut menyimpan karbon pada biomassa tanaman, serasah di bawah hutan gambut, lapisan gambut dan lapisan tanah mineral di bawah gambut (*substratum*). Dari berbagai simpanan tersebut, lapisan gambut dan biomassa tanaman menyimpan karbon dalam jumlah tertinggi. Lahan gambut menyimpan karbon yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tanah mineral. Di daerah tropis karbon yang disimpan tanah dan tanaman pada lahan gambut bisa lebih dari 10 kali karbon yang disimpan oleh tanah dan tanaman pada tanah mineral.

Jumlah simpanan karbon dari lahan gambut dapat merupakan ancaman apabila berpotensi berubah menjadi emisi gas rumah kaca (GRK). Simpanan karbon dari lahan gambut tergantung keadaan alam dan campur tangan manusia. Dalam keadaan hutan alam yang pada umumnya jenuh air (suasana anaerob), penambatan (sekuestrasi) karbon berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan dekomposisi. Karena itu gambut tumbuh dengan kecepatan antara 0-3 mm per tahun (Parissh *et al.*, 2007). Pada tahun-tahun di mana terjadi kemarau panjang, misalnya tahun-tahun El-Niño, kemungkinan besar gambut tumbuh negatif (menipis) disebabkan lapisan permukaannya

berada dalam keadaan tidak jenuh air (*aerob*) dalam waktu yang cukup lama sehingga emisi karbon lebih cepat dari penambatan.

Gas rumah kaca utama dari lahan gambut adalah CO_2 , CH_4 dan N_2O . Emisi CO_2 jauh lebih tinggi dibandingkan dengan emisi CH_4 , tetapi nilai global warming potentialnya setinggi 23 kali CO_2 , sedangkan emisi N_2O . Dengan demikian data emisi CO_2 sudah cukup kuat untuk merepresentasikan emisi dari lahan gambut, apabila pengukuran GRK lainnya seperti CH_4 dan N_2O sulit dilakukan.

Konversi hutan dan pengelolaan lahan gambut, terutama yang berhubungan dengan drainase dan pembakaran telah merubah fungsi lindung ekosistem gambut dari penambat karbon menjadi sumber emisi GRK. Lahan hutan yang terganggu karena penebangan dan drainase mempunyai emisi GRK meningkat tajam bahkan bisa lebih tinggi dibandingkan emisi dari lahan pertanian yang juga didrainase. Hal ini disebabkan oleh banyaknya bahan organik segar yang mudah terdekomposisi pada hutan terganggu. Emisi CH_4 cukup signifikan pada lahan hutan gambut yang tergenang atau yang muka air tanahnya dangkal (<40 cm). Dengan bertambahnya kedalaman muka air tanah, emisi CH_4 menjadi tidak nyata. Emisi CH_4 pada lahan pertanian relatif kecil karena rendahnya pasokan bahan organik segar yang siap terdekomposisi secara anaerob.

Sumberdaya Keanekaragaman Hayati

Di dalam ekosistem gambut, terkandung keanekaragaman hayati (*biodiversitas*) yang tinggi, baik flora maupun fauna. Tinggi rendahnya biodiversitas pada lahan gambut bergantung pada bagaimana masyarakat di sekitarnya memanfaatkan sumberdaya hayati yang tersedia. Apabila pemanfaatan sumberdaya hayati dilakukan secara berlebihan, maka biodiversitasnya akan turun atau rendah. Selain itu, alih fungsi ekosistem gambut menjadi lahan pertanian dan pemukiman, juga ikut membuat biodiversitas pada ekosistem gambut rendah. Untuk itu, diperlukan *win-win solution* agar pada masa mendatang sumber daya hayati dalam ekosistem gambut tetap terjaga dengan baik serta tetap dapat dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat.

Keanekaragaman flora

Pada ekosistem hutan gambut, habitat yang belum beralih fungsi menjadi lahan pertanian terdapat sumberdaya hayati flora (tumbuhan) yang beraneka ragam. Tiap daerah dengan ekosistem gambutnya memiliki jenis serta karakteristik flora masing-masing, meskipun ada jenis tumbuhan tertentu yang umumnya hidup di ekosistem gambut. Misalnya di kawasan hutan rawa gambut Tripa, Kabupaten Aceh Barat dilaporkan bahwa tiap relung ekosistem hutan rawa gambut memiliki jenis tumbuhan yang berbeda satu sama lain (Djufri dan Samingan, 2013). Vegetasi ekosistem gambut yang alami memiliki perbedaan jenis tumbuhan vegetasi agroforestry ang sudah dibudidayakan, terlebih dengan hutan rawa gambut yang telah menjadi areal perkebunan (Tabel 1). Masyarakat di sekitar ekosistem gambut sering memanfaatkan sumberdaya hayati atau flora untuk keperluan hidup. Contohnya adalah kelakai (*Stenochlaena palustris*) untuk sayuran, galam (*Mellaleuca Leucadenron*) dan balangeran (*Shorea balangeran*) untuk bangunan seperti jembatan, dinding, tiang dan lantai rumah, serta parabot rumah tangga (BPK Banjarbaru, 2012).

Tabel 1. Jenis flora di kawasan hutan rawa gambut Desa Arongan, Kab. Aceh Barat. Nanggroe Aceh Darussalam

No	Vegetasi	Jenis flora non budidaya
1	Hutan Rawa Gambut Alami	Jambu hutan (<i>Syzigium sp</i>), Baros (<i>Manglitia gauca</i>), Terap (<i>Artocarpus artilis</i>)
2	Agroforestri	Sirih hutan (<i>Piper aduncum</i>), Ara (<i>Ficus septica</i>), Tapu (<i>Macaranga tanarius</i>), Dadap (<i>Erytriaena variegata</i>)
3	Campuran (didominasi tanaman budidaya)	Medang kecil (<i>Laurus nobilis</i>), Kayu labu (<i>Endospermum malacensis</i>), Semantuk (<i>Dipterocarpus caudiferus</i>), Puwin (<i>Sondaricum beccarianum</i>)
4	Hutan Gambut yang telah habis ditebang menjadi areal perkebunan	Nyawon (<i>Eupatorium odoratum</i>), Selasi (<i>Vernonia cinerea</i>), Belulang (<i>Eleusine indica</i>), Sidagori (<i>Sida rhombifolia</i>), Kacangan (<i>Calopogonium mucronata</i>)

Sumber: Djufri dan Samingan, (2013)

Putra *et al.* (2011) telah menemukan sebanyak 106 jenis pohon yang memiliki manfaat untuk penggunaan yang berbeda di hutan alam rawa gambut Merang, Sumatera Selatan (Tabel Lampiran 1). Umumnya, pohon-pohon ini dimanfaatkan sebagai kayu konstruksi bangunan, kapal, dan furnitur/perkakas rumah tangga. Ada juga hasil sampingan berupa buah yang dapat dikonsumsi, lateks dan bahan racun bagi makhluk hidup. Selain

jenis pohon, beberapa jenis tanaman hias di lahan gambut ditemukan dan cukup terkenal antaralain berbagai jenis anggrek (*Dendrobium* sp; *Vanda* sp, *Geoderum* sp, *Grammotophylum* sp), teratai (*Nelumbo* sp, *Nymphaea* sp.), pandan (*Pandanus* sp) dan kantong semar (Wibisono dan Noor, 2004).

Keanekaragaman fauna

Ekosistem gambut memiliki jenis fauna atau satwa yang khasnya. Di lahan gambut Kalimantan misalnya orang hutan, merupakan satwa spesifik yang hanya ada di habitat Kalimantan. Lainnya seperti harimau dan gajah merupakan satwa spesifik di habitat Sumatera, tidak ada di habitat Kalimantan. Selain satwa besar di atas, juga banyak ditemukan berbagai jenis ikan dan fauna lainnya yang umum dijadikan sebagai sumber protein, lemak, vitamin dan mineral. Diperkirakan terdapat sekitar 100-500 jenis ikan didapati di kawasan perairan rawa-rawa gambut (Chairuddin, 1989; Cholik *et al.*, 1997). Ratusan jenis burung juga ditemukan di kawasan gambut, sebagian termasuk hewan langka yang harus dilindungi seperti buaya, biawak, bekantan, orang hutan, lutung merah, musang air, macan dahan, kucing merah, beruang madu, gajah dan harimau Sumatera. Jenis fauna yang sama dapat ditemukan di ekosistem lahan gambut pada lokasi yang berbeda.

Selain itu, jenis unggas di lahan gambut antara lain ayam hutan, betet, serindit, kucica kampung, beo, pelatuk besi, caladi tilik, pecuk ular, dan elang (Wibisono dan Noor, 2004). Dari ratusan jenis ikan di kawasan gambut, diantaranya mulai langka seperti ikan pesut (*Orcaella brevirostris*), arwana (*Sclerophages formucus*), dan beberapa ikan hias (seperti *Botia* sp). Selain itu juga hidup berbagai jenis satwa domestik yang diusahakan masyarakat seperti ayam, itik, burung, dan beberapa ternak besar seperti sapi dan kerbau rawa.

Keanekaragaman hayati baik flora maupun fauna perlu digali dan dikembangkan sebagai sumber plasma nufftah dari kepunahan. Oleh karena itu, perlu perhatian khusus dalam mengembangkan pengelolaan dan perlindungan ekosistem lahan gambut agar tidak menghilangkan keanekaragaman hayati yang ada di dalamnya.

Pengembangan Lahan Gambut untuk Pertanian

Menurut catatan sejarah, pembukaan lahan gambut untuk pertanian dimulai dari abad ke 13 pada era Kerajaan Majapahit. Raja Prabu Jaya sebagai keturunan Raja Brawijaya dari Kerajaan Majapahit dalam mengadakan

ekspansi menemukan kawasan gambut di daerah aliran Sungai Pawan atau Pawon, Kalimantan Barat. Kemudian dilanjutkan oleh pemerintah kolonial Belanda pada tahun 1920, dengan menempatkan orang Jawa (koloni) di rawa-rawa gambut Kalimantan tepatnya daerah Tamban dan Serapat serta pembukaan lahan gambut jalan sepanjang 40 km dari Banjarmasin-Martapura (Aluh-aluh, Kurau, Gambut). Setelah kemerdekaan, pendataan tentang rawa dan gambut dimulai lebih rinci dengan survei investigasi di beberapa tempat yang dibantu oleh tenaga ahli Belanda (Noor, 2010).

Pengembangan lahan gambut era pertama disebut dengan Proyek *Dredge, Drain and Reclamation* (1956-1958) atau *Kanalisisasi* yang disebut sistem anjir, yaitu menghubungkan dua sungai besar dengan membangun kanal atau saluran besar antaralain yang menghubungkan Sungai Barito (Kalimantan Selatan) dengan Kapuas Murung (Kalimantan Tengah) seperti Anjir Tamban (25,3 km), dan Anjir Talaran (26 km); antara Sungai Kahayan dengan Sungai Kapuas Murung (Kalimantan Tengah) seperti Anjir Basarang (24,5 km), Anjir Kelampayan (20 km), dan beberapa anjir lainnya di Sumatera dan Kalimantan Barat. Anjir Serapat (28,5 km) merupakan anjir pertama yang dibangun tahun 1896, dikeruk kembali tahun 1935, dan terakhir dikeruk tahun 1990an. Hanya saja gagasan pembuatan kanal (anjir) antara Banjarmasin-Pontianak (760 km) dan Palembang-Tanjung Balai (850 km) tidak terlaksana karena terkendala kesulitan dalam pengiriman bahan makanan dan bahan bakar yang semakin jauh ke pedalaman. Namun baru-baru ini hubungan antara Banjarmasin-Pontianak sudah dapat ditempuh dengan dibangunnya jalan trans Kalimantan melalui Banjarmasin (Kalsel)-Palangkaraya-Sukamara (Kalteng)- Pontianak-Ketapang (Kalbar).

Era kedua adalah saat *Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut (P4S)* di bawah koordinasi Menteri Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik (1969-1985). Kondisi pangan yang sangat memprihatinkan pada dekade 1970, dimana pemerintah telah mengimpor beras sekitar 2 juta ton beras sehingga cukup menguras devisa Negara. Proyek di atas merencanakan pembukaan lahan rawa seluas 5,25 juta hektare di Kalimantan, Sumatera, Papua, dan Sulawesi untuk mendukung program peningkatan penyediaan pangan bersamaan dengan program transmigrasi dalam periode waktu 15 tahun. Dalam proyek ini telah berhasil dibuka sekitar 1,24 juta hektare lahan rawa yang terdiri atas 29 skim/jaringan tata air sistem garpu di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah dan 22 skim/jaringan sistem sisir di Sumatera dan Kalimantan Barat. Beberapa daerah rawa ini telah berkembang menjadi kota-kota kabupaten,

kecamatan bahkan ibu kota seperti Banjarmasin, Pontianak, Palembang, Kuala Kapuas (Kalteng), Telang (Sumsel), Rasau menjadi sentra produksi pertanian dan pusat-pusat pertumbuhan ekonomi. Sampai tahun 1995, luas lahan rawa yang telah dibuka 1,18 juta hektare dan 3,0 juta hektare dibuka oleh masyarakat setempat secara swadaya. Dari keseluruhan luas lahan yang dibuka oleh pemerintah baru sekitar 1,18 juta hektare, antara lain sebagai sawah 688.740 ha, tegalan 231.040 ha dan lainnya untuk perikanan/ tambak sekitar 261.090 ha. Sementara lahan rawa yang dibuka masyarakat setempat umumnya untuk pengembangan tanaman padi atau sawah dan perkebunan rakyat (Noor, 2001).

Era ketiga adalah era Pengembangan Lahan Gambut Sejuta Ha (*Mega Rice Estate Project*) di Kalimantan Tengah (1996-2000an). Masalah pangan kembali menjadi perhatian seiring dengan impor yang cukup besar pada tahun 1995. Impor beras Indonesia meningkat sejak tahun 1990-an, padahal sebelumnya (1985) Indonesia diakui oleh Badan Pangan Dunia (FAO) berhasil swasembada pangan. Indonesia ingin menjadi “gudang pangan dunia” sehingga disusunlah rencana melalui Proyek Pembukaan Lahan Gambut Sejuta Hektare. Namun proyek PLG Sejuta Hektare ini mengalami banyak hambatan yang sempat dihentikan tahun 1999 dan kemudian dilanjutkan kembali secara bertahap sejak tahun 2007-2011 (Inpres No. 2/2007). Mengingat potensi dan fungsi lahan rawa dan gambut juga berkaitan dengan kekhasan keanekaragaman hayati dan sumber plasma nutfah yang dikandungnya, maka pengembangan dan pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan perlu mengintegrasikan antara aspek fungsi produksi, fungsi lingkungan dan sosial-ekonomi masyarakat sekitarnya. Pemerintah juga telah menyusun cetak biru (*blueprint*) tentang kawasan PLG ini, namun terkendala dengan banyak faktor. Pembangunan dan pengembangan lahan gambut untuk pertanian berjalan seiring dengan komitmen pemerintah. Pengembangan lahan rawa dan/atau gambut sebagai lumbung pangan dan energi untuk masa depan sangat strategis, meskipun barangkali tidak sedikit perbaikan yang diperlukan baik fisik maupun non fisik, termasuk sosial ekonomi dan budaya masyarakat yang harus dibenahi dan ditumbuh kembangkan.

Pemanfaatan gambut sangat beragam dan sangat ditentukan atau dibatasi oleh pemahaman, pengalaman, atau persepsi petani dan masyarakatnya. Masing-masing suku (etnis) yang tinggal dan hidup di lahan gambut mempunyai persepsi dan cara-cara yang berbeda dalam memanfaatkan gambut sebagai sumberdaya lahan pertanian, termasuk para pendatang

dari etnis Jawa, Madura, Nusa Tenggara, Bali dan lainnya yang mempunyai kebiasaan di lahan kering memandang lahan gambut berbeda-beda. Misalnya, petani suku Banjar memandang lahan gambut cocok untuk ditanami padi sawah, tetapi petani suku Jawa yang umumnya sebagai pendatang memandang lahan gambut cocok untuk ditanami palawija dan sayur-sayuran. Demikian juga suku-suku lainnya, seperti suku Bugis berpendapat bahwa lahan gambut lebih tepat ditanami padi sawah, nenas dan kelapa seperti di Riau dan Kalimantan Timur, suku Dayak di Kalimantan Tengah berpendapat bahwa lahan gambut lebih cocok ditanami padi ladang, karet, rotan, jelutung, nibung atau sagu dan buah-buahan seperti durian atau cempedak. Lain lagi, dengan suku Bali yang bermukim di Kalimantan memandang lahan gambut cocok untuk buah-buahan seperti nenas, cempedak, sedangkan suku Bali di Sulawesi Barat mereka memandang lahan gambut cocok untuk tanaman jeruk dan cokelat. Orang-orang Cina di Kalimantan Barat umumnya memandang lahan gambut lebih tepat untuk ditanami sayuran daun seperti sawi, kucai (sejenis bawang daun), seledri, dan lidah buaya. Sementara suku Melayu di Riau memandang lahan gambut cocok ditanami nenas, kelapa, karet atau kelapa sawit (Noor, 2010; Haryono *et al.*, 2013; Masganti *et al.*, 2015).

Dalam sepuluh tahun terakhir ini perkebunan, khususnya kelapa sawit pada agroekosistem lahan gambut berkembang sangat pesat. Diperkirakan 20% (1,5 juta hektare) perkebunan kelapa sawit yang ada di lahan gambut (Noor, 2012, BBSDLP, 2014). Bagi pemerintah, kelapa sawit merupakan salah satu komoditas strategis dan ekspor yang menghasilkan devisa negara cukup besar. Produksi CPO (minyak sawit) Indonesia tahun 2010 sudah mencapai 19,84 juta ton CPO memasok 48% keperluan dunia (Sipayung, 2012; Nasir, 2015). Selain memproduksi minyak sawit, industri sawit juga memproduksi produk turunannya seperti bahan pakan ternak, bahan bakar *biofuel*, serat alam, produk kesehatan, dan produk oleokimia non-pangan. Nilai ekspor kelapa sawit tahun 2008 mencapai US \$ 14,11 miliar, masing-masing dari produk CPO US\$ 6,56 miliar dan produk turunan US\$ 7,55 miliar (Deptan, 2009 dalam Sipayung, 2012). Nilai ekspornya melebihi ekspor gas alam dan minyak bumi (2008) yang masing-masing mencapai US\$ 13,1 miliar dan US\$ 12,4 miliar Dalam suratnya kepada Presiden Jokowi, Menteri Perindustrian, Airlangga menyatakan dari sawit diperoleh devisa ekspor tahun 2016 senilai US\$ 19,6 miliar lebih tinggi dari produk minyak bumi dan gas (US\$ 18,6 miliar). Industri kelapa sawit juga telah menyerap tenaga kerja sebesar 5,3 juta orang dan menghidupi lebih dari 21,2 juta penduduk. Kontribusi terhadap Produk Domestik Regional Bruto mencapai 3% (SI, 2017).

Fakta tersebut di atas menunjukkan bahwa lahan gambut dapat dikembangkan sebagai lahan pertanian dengan jenis komoditas yang beragam, namun berbagai kelemahan yang ditemukan dalam pengelolaan lahan gambut ini menjadi alasan bagi para pihak luar untuk memboikot hasil kelapa produk sawit Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan cara pengelolaan dan pengembangan yang seharusnya memperhatikan sifat dan watak gambut yang sangat spesifik seperti mudah amblas, mudah kering, dan mudah rusak selain memerlukan asupan yang cukup tinggi untuk mencapai produktivitas yang optimal.

Dalam pembangunan pertanian, aspek kebijakan juga menjadi penting untuk diperhatikan; artinya bila penerapan teknologi sesuai dengan kebijakan yang ada (kebijakan yang berpihak kepada kepentingan umum), maka teknologi yang diterapkan tersebut dalam pengembangan dan pemanfaatan seyogyanya dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Apabila penerapan teknologi disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan kebijakan yang sesuai, maka teknologi akan bersifat konstruktif.

Kebijakan Pengelolaan Ekosistem Lahan Gambut

Pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian awalnya terkait dengan Program Peningkatan Produksi Tanaman Pangan, khususnya beras dalam periode tahun 1956-1995. Akhir-akhir ini penggunaan lahan gambut banyak dikecam karena dianggap berdampak terhadap kerusakan lahan dan pencemaran lingkungan, terutama emisi GRK. Pemerintah mengikat kesepakatan dalam Pertemuan COP 20 di Paris tahun 2015 untuk penurunan emisi GRK sebesar 29% dengan biaya sendiri dan/atau 41% apabila dibantu negara maju hingga tahun 2030, diantaranya dari lahan gambut 9,5-13,0% (Noor, 2017).

Isu tentang gambut dimulai dari adanya Proyek PLG Sejuta Hektare di Kalimantan Tengah tahun 1996 yang dinilai lebih banyak berdampak negatif daripada positif terhadap lingkungan dan sosial masyarakat setempat. Kebakaran hutan dan lahan tahun 2015 dalam kondisi *El-Nino* menghanguskan sekitar 600 ribu ha lahan gambut yang menimbulkan asap tebal selama tiga bulan di enam provinsi Kalsel, Kalteng, Kalbar, Riau, Jambi, dan Sumsel dengan kerugian mencapai triliunan rupiah (Noor, 2017).

Kebijakan pemerintah yang terkait dengan lahan gambut secara langsung antaralain Permentan No. 14/2009; Inpres No 8/2015, dan PP. No 57/2016.

Selain itu, ada hampir 50 kebijakan pemerintah secara tidak langsung terkait dengan lahan gambut. Beberapa kebijakan yang terkait langsung dan masih menjadi perdebatan antaralain:

1. Permentan No. 14/2009: Pedoman Pemanfaatan Lahan Gambut untuk Budidaya Kelapa Sawit. Permentan lahan gambut yang membolehkan yakni: (1) lahan yang diusahakan masyarakat dan kawasan budidaya; (2) yang mempunyai ketebalan < 3 m; (3) substratum di bawah lapisan gambut bukan pasir dan tanah sulfat masam; (4) tingkat kematangan saprik atau hemik, dan (5) tingkat kesuburan tanah gambut eutropik.
2. Inpres No 8/2015: Penundaan Pemberian Ijin Baru (PPIB) dan Penyempurnaan Tata Kelola Hutan Alam Primer dan Lahan Gambut. Inpres No 8/2015 merupakan lanjutan dari Inpres No 6/2013 dan No. 10/2011 yang masing-masing berlaku 2 (dua) tahun. Inpres ini disebut juga dengan moratorium penggunaan gambut. Inpres ini dilampiri peta lahan gambut yang masuk wilayah moratorium (PPPIB). Setiap enam bulan peta PPIB ini mengalami pembaharuan untuk disesuaikan dengan pendataan baru yang masuk.
3. PP No. 57/2016: Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut disebut juga dengan tata kelola lahan gambut berkelanjutan. PP 57/2016 pengganti PP 71/2014 yang banyak mendapatkan kritik dan masukan.. PP ini menunjukkan kuatnya orientasi pada perlindungan dan konservasi. PP ini diterbitkan terkait dengan target penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) oleh pemerintah yang disampaikan Presiden RI, Susilo Bambang Yudoyono (SBY) sebagai kesepakatan untuk penurunan emisi GRK sebesar 26% secara sukarela sampai 41% secara bilateral dengan bantuan negara-negara maju, diantaranya 9,5% sampai 13,0% dari lahan gambut sampai tahun 2020. Presiden Joko Widodo merevisi menjadi 29% secara sukarela sampai 41% secara bilateral, diantaranya 9,5% sampai 13,0% dari lahan gambut sampai tahun 2030.

Pada prinsipnya, kebijakan terkait dengan pengembangan baik untuk fungsi budidaya maupun fungsi lindung perlu berbasis pada pengembangan sumberdaya ekonomi masyarakat ke depan, perlu dicermati bahwa berdasarkan karakteristik dan potensinya lahan gambut masih berpeluang untuk dikembangkan, diantaranya dari gambut bongkor (terdegradasi) yang luasnya sekitar 4,4 juta hektare, dimana 3,74 juta hektare, ditutupi semak belukar berpotensi untuk pertanian dan perkebunan, tetapi setiap

tahun menjadi sasaran kebakaran setiap tahun. Pemanfaatan lahan gambut terdegradasi juga dapat dipandang sebagai mitigasi dalam rangka penurunan emisi GRK melalui penerapan pengelolaan air dan pemberian bahan amelioran dan pemilihan komoditas adaptif (Kementan, 2014).

Menurut Sabiham (2012), Sipayung (2012), Supriyono (2012), dan Nasir (2015) dengan pengelolaan yang baik (*best management practices*) lahan gambut dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat, terutama dari sub sektor perkebunan kelapa sawit. Sesuai dengan komitmen pemerintah, salah satu target pembangunan sosial ekonomi adalah penyediaan kebutuhan produksi pertanian dan lapangan kerja, maka peran pengembangan sub sektor perkebunan sangat penting dan signifikan.

Penutup

Ekosistem gambut merupakan ekosistem yang sangat rapuh (*fragile*) sehingga memerlukan perlindungan dan pengelolaan yang baik agar terhindar dari kerusakan yang tidak diharapkan. Ekosistem gambut mempunyai fungsi lindung dan fungsi budidaya sehingga perlindungan dan pengelolaannya disesuaikan dengan tujuan dan keluaran yang diharapkan. Fungsi lindung berperan untuk memberikan jasa lingkungan seperti dipertahankannya gambut sebagai lumbung air, stok karbon, pencegahan banjir/kekeringan, pencemaran dan sebagainya. Fungsi budidaya berperan sebagai wadah produksi yang menghasilkan hasil tanaman/ternak/ikan yang dapat digunakan untuk kemaslahatan masyarakat.

Ekosistem gambut memiliki kekayaan biodiversitas baik flora seperti berbagai pohon penghasil kayu, dan non kayu (madu, sarang burung, gaharu, gemur, dan sebagainya) maupun fauna baik hewan besar maupun hewan kecil (bahkan sebagian perlu dilindungi) menjadi sumberdaya ekonomi bagi masyarakat maupun beragam jenis unggas dan ikan berpotensi dikembangkan untuk kesejahteraan masyarakat. Namun sebagian dari keanekaragaman hayati tersebut mulai terancam punah akibat kurangnya perhatian dan perlindungan.

Kebijakan terkait dengan pengembangan ekosistem dari gambut bongkor (terdegradasi) yang luasnya sekitar 4,4 juta hektare, dimana 3,74 juta hektare, ditutupi semak belukar baik untuk fungsi budidaya maupun fungsi lindung perlu berbasis pada pengembangan sumberdaya ekonomi

masyarakat ke depan, perlu dicermati bahwa berdasarkan karakteristik dan potensinya lahan gambut masih berpeluang untuk dikembangkan untuk pertanian dan perkebunan, yang sementara ini hampir setiap tahun menjadi sasaran kebakaran setiap tahun.

Pemanfaatan dan pengembangan lahan gambut untuk pertanian, termasuk perkebunan khususnya mengalami distorsi akibat berbagai macam regulasi yang kurang mendukung. Padahal dari segi luas lahan gambut yang dapat dikembangkan masih tersedia cukup luas dan potensi lahan gambut dalam memberikan sumbangan ekonomi yang cukup memadai. Hanya saja memang diperlukan pengelolaan yang baik (*best management practices*) dalam pemanfaatan lahan gambut sehingga memberikan dampak positif terhadap peningkatan dan kesejahteraan masyarakat, baik dari sub sektor tanaman pangan maupun perkebunan, khususnya kelapa sawit.

Daftar Pustaka

- Agus, F. dan I.G. M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor, Indonesia.
- BALITTRA, 2014. Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan untuk Pertanian. Penyunting Dedi Nursyamsi *et al.* AARD Press. Jakarta. 68 Hlm.
- BBSDLP, 2014. Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi. Laporan Teknis 1/BBSDLP/10/2014, Edisi ke-1. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 56 Hlm.
- BPK Banjarbaru, 2012. Budidaya *Shorea balangeran* di Lahan Gambut. Balai Penelitian Kehutanan Banjarbaru. Banjarbaru. 110 Hlm.
- Chairuddin, G. 1989. Keberadaan dan konservasi lahan basah Kalimantan Selatan: peranannya sebagai “feeding ground” dan keanekaan jenis ikan. Workshop Conservation of Sungai Negara Wetlands. Barito Basin, South Kalimantan. Kerjasama UNLAM, Kompas Borneo, Ditjen PHPA & Asian Wetland Bureau. Banjarbaru, 6-8 March 1989.
- Cholik, F., A. Rukyakni dan A. Sarnita. 1997. Pengembangan produktivitas perikanan berwawasan agribisnis pada lahan rawa/gambut satu juta hektare di Kalimantan Tengah. Makalah Seminar dan Ekspose Hasil Pengkajian dan Penelitian Agribisnis dan Pengembangan Lahan Gambut, Palangka Raya, 3-4 Januari 1997.
- Djufri dan Samingan. 2013. Komposisi Flora Kawasan Rawa Tripa Di Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal EduBio Tropika* 1(1): 6-13.
- Haryono, M. Noor, H. Syahbuddin, dan M. Sarwani. 2013. Lahan Rawa:

- Penelitian dan Pengembangan. IAARD Press. Jakarta. 104 Hlm.
- Kementan, 2013. Laporan Akhir Tahun. Kegiatan ICCTF Fase 2. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Jakarta. 154 Hlm.
- Kementan, 2014. Panduan Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi. Neneng L. Nurida dan Wihardjaka (editor). Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 64 Hlm.
- Masganti. 2003. Kajian Upaya Meningkatkan Daya Penyediaan Fosfat dalam Gambut Oligotrofik. *Disertasi*. Program Pascasarjana UGM, Yogyakarta. 355 Hlm.
- Masganti, M. Alwi, dan Nurhayati. 2015. Pengelolaan air untuk budidaya pertanian di lahan gambut: kasus Riau. Hlm. 62-87. *Dalam* Noor *et al.* (Eds.). *Pengelolaan Air di Lahan Rawa Pasang Surut: Optimasi Lahan Mendukung Swasembada Pangan*. IAARD Press, Badan Litbang, Jakarta.
- Nasir, G. 2015. *Think Palm Oil with A Cup of Coffee*: Membahas Kelapa Sawit Berkelanjutan. Media Perkebunan. Jakarta. 166 Hlm.
- Noor, M. 2001. *Pertanian Lahan Gambut: Potensi dan Kendala*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 172 Hlm.
- Noor, M. 2010. *Lahan Gambut. Pengembangan, Konservasi dan Perubahan Iklim*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 212 Hlm.
- Noor, M. 2012. Sejarah Pembukaan Lahan Gambut untuk Pertanian di Indonesia. Hlm. 399-412. *Dalam* Edi Husen *et al.* (eds). *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*. Balitbangtan. Jakarta.
- Noor, M. 2017. *Kebakaran Lahan Gambut: dari Asap sampai Kanalisasi*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mario, M. D. 2002. Peningkatan peroduktivitas dan stabilitas tanah gambut dengan pemberian tanah mineral yang diperkaya oleh bahan berkadar besi tinggi. *Disertasi* Program Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- Parrish, F. Sirin, A. Charman, D. Joosten, H., Minayeva, T. Silvius, M. dan Stringe. 2008. *Assesment on Peatland, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Global Env. Global Environmental Centre, Kuala Lumpur dan Wetlands Int. Wageningen.
- Putra, C. A. S., S. Manuri, Heriyanto dan C. Sibagariang. 2011. *Pohon-Pohon Hutan Alam Rawa Gambut Merang*. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation-GIZ. Palembang.
- Ritung, S., Wahyunto, K. Nugroho, Sukarman, Hikmatullah, Suparto dan C. Tafakresnanto, C. 2011. *Peta Lahan Gambut Indonesia Skala 1:250.000*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP) Bogor.
- Sabiham, S., dan Ismangun. 1997. Potensi dan kendala pengembangan lahan gambut untuk pertanian. Makalah pada Konggres VI PERAGI, 24-26 Juni 1997. Jakarta.

- Sabiham, S. 2012. Pengelolaan lahan gambut untuk pengembangan kelapa sawit di Indonesia. Hlm. 1-16. *Dalam* Edi Husen *et al.* (eds). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. Balitbangtan. Jakarta.
- Salampak, D. 1999. Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi”. *Disertasi*. Program Pascasarjana, IPB.Bogor.171 Hlm.
- SI, 2017. Majalah Sawit Indonesia, edisi 21 Mei 2017.
- Sipayung, T. 2012. Ekonomi Agribisnis Minyak Sawit. Penerbit IPB Press. Bogor. 208 Hlm.
- Soil Survey Staff. 2001. Soil Taxonomy. A Basic System of Soils Classification for Making and Interpreting Soil Survey. USDA-NRCS. Agric. Washington D.C.
- Supriyono, J. 2012. Pemanfaatan Gambut untuk Perkebunan Kelapa Sawit. Makalah presentasi pada Forum Group Diskusi: Regulasi Pengelolaan Lahan Gambut untuk Kepentingan Pembangunan Nasional dan Lingkungan, Bogor.
- Wibisono, I. T., dan Y. R. Noor, 2004. Gambaran umum vegetasi dan hidupan liar di areal bebas terbakar Tanam Nasional Berbak, Jambi. *Warta Lahan Basah* 12 (3): 20-21.

Tabel Lampiran 1. Jenis pohon dan pemanfaatannya di hutan rawa gambut Merang, Sumatera Selatan

No	Manfaat / penggunaan	Nama pohon
1	Kayu konstruksi bangunan	Medang Liut (<i>Alseodaphne oblanceolata</i>), Pulai/Basung (<i>Alstonia pneumatophora</i>), Setepung (<i>Callicarpa pentandra</i>), Nangoi/Penaga Jangka (<i>Calophyllum sclerophyllum</i>), Kayu Tayi / Kedondong Tulang (<i>Canarium patentinervium</i>), Semeragi/Sepat (<i>Carallia brachiata</i>), Medang Pelam/Piuta (<i>Cryptocaria griffithiana</i>), Antui/Tulin (<i>Cyathocalyx bancanaus</i>), Durian Payo/Durian Hantu (<i>Durio carinatus</i>), Medang Tanahhan (<i>Dehaasia cuneata</i>), Kayu Cindai (<i>Eleocarpus ovalis</i>), Kayu Aro Itam (<i>Ficus sundaica</i>), Samak/Muridun Belukar (<i>Glochidion superbum</i>), Darah – Darah (<i>Gymnacranthera paniculata</i>), Ketiau (<i>Ganua motleyana</i>), Ramin/Merang/Gaharu Buaya (<i>Gonystylus bancanus</i>), Darah Kero (<i>Horsfieldia glabra</i>), Jurung (<i>Ixonanthes grandiflora</i>), Medang Kuning (<i>Litsea firma</i>), Rengas Burung (<i>Melanorrhoea wallichii</i>), Rengas Lempuing (<i>Mangifera quadrifida</i>), Makai Hitam/Empayit Selatan (<i>Mezzetti parviflora</i>), Biawak (<i>Myrtica iners</i>), Gelam (<i>Melaleuca cajuputi</i>), Balam Putih (<i>Maducha ovata</i>), Balam Suntik (<i>Payena acuminata</i>), Mariawoh (<i>Parastemon urophyllus</i>), Meranti Kuning/Merengkuyung (<i>Shorea gibbosa</i>), Meranti Payau (<i>Shorea dasyphylla</i>), Balam Sisil (<i>Syzygium clavimirtus</i>), Pelawan (<i>Tristanopsis obovata</i>), Punak/Carega (<i>Tetramerista glabra</i>), Jangkang/Banitan Merah (<i>Xylopia altissima</i>).

2	Bahan konsumsi masyarakat	Bintangor bunut (<i>Calophyllum macrocarpum</i>), Keranji (<i>Dialium platysepalum</i>), Macang Beruk/Kematan (<i>Mangifera torquenda</i>), Ridan/Buah Ujing (<i>Nephelium maingayi</i>), Parak/Kambajau Burung/Merdondong (<i>Santiria leavigata</i>).
3	Bahan pembuatan/konstruksi kapal	Tenam (<i>Anisoptera marginata</i>), Bujing (<i>Aglania Elliptica</i>), Kayu Mabok/Cempedak air (<i>Artocarpus teysmannii</i>), Kayu Damar (<i>Canarium intermedium</i>), Medang Putih/Rawali (<i>Cinnamomum parthenoxylon</i>), Kayu Batu (<i>Ctenolophon parvifolius</i>), Balam Seminaï/Nyatoth (<i>Palaquium ridleyi</i>), Meranti Kelungkum/Pengarawan Buaya (<i>Shorea uliginosa</i>), Meranti Merawan/Meranti Merah (<i>Shorea teysmaniana</i>), Meranti Payau (<i>Shorea dasyphylla</i>), Kelat Lapis (<i>Syzygium ochneocarpum</i>).
4	Lateks	Jelutung Rawa/Melabuai (<i>Dyera costulata</i>).
5	Racun ikan	Sluai (<i>Dacryodes costata</i>).
6	Furniture	Kayu Kapas/Sindur (<i>Sindora bruggemaniai</i>), Kerupuk/Bulalangabuk/Dual Bukit (<i>Lophopetalum beccarianum</i>), Simpur/Ampalu (<i>Dillenia eximia</i>), Resak Seluang (<i>Vatica venulosa</i>), Mahirangan (<i>Diospyros macrophylla</i>), Beluluk/Aring Pahe (<i>Diospyros maingayi</i>), Pais (<i>Diospyros siamang</i>), Medang Keladi (<i>Litsea machilifolia</i>), Medang Sulung/Kedondong Kijai (<i>Magnolia bintuluensis</i>), Balam Cabai (<i>Syzygium acuminatissimum</i>), Buah Ujing (<i>Nephelium maingayii</i>), Kapak Anjing (<i>Adinandra sarosanthera</i>).
7	Kayu bakar	Resak Rawang (<i>Vatica wallichii</i>), Beringin (<i>Diospyros laevigata</i>), Lempanai/Murung (<i>Pimeleodendron griffithianum</i>), Gasing/Pasang (<i>Quercus sp</i>), Uyah – Uyah/Katur (<i>Uranda secundiflora</i>), Malasiro (<i>Gomphandra capitulate</i>), Mamali (<i>Leea indica</i>), Seluai (<i>Pometia alnifolia</i>), Kelat Merah (<i>Syzygium palembanicum</i>).
8	Penimbul rakit	Mahang Ketam (<i>Macaranga populifolia</i>), Mahang Putih (<i>Macaranga pruinosa</i>).
9	Bantalan rel kereta api	Menggris/Makupa (<i>Koompassia malaccensis</i>), Siagar (<i>Archidendron fagigolium</i>).

Sumber: Putra *et al.* (2011)

LAHAN RAWA PASANG SURUT: PERTANIAN MASA DEPAN INDONESIA

Anna Hairani., Yulia Raihana., dan Masganti
Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
Jalan Kebun Karet Loktabat, Banjarbaru
annagp8@gmail.com

Ringkasan

Lahan rawa pasang surut merupakan lahan yang dipengaruhi oleh pergerakan air di permukaan sungai akibat pergerakan bulan, terdiri dari lahan sulfat masam dan lahan gambut. Upaya meningkatkan produksi pangan bersifat mutlak mengingat kebutuhan pangan yang terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk, meningkatnya kesadaran untuk diversifikasi pangan, tuntutan kualitas bahan pangan, dan keinginan untuk menjadi lumbung pangan dunia. Lahan rawa pasang surut sangat potensial dikembangkan sebagai lumbung pangan dan pertanian masa depan Indonesia mengingat (1) produktivitas masih rendah, (2) ketersediaan lahan masih luas, (3) indeks pertanaman (IP) masih rendah, (4) lahan terdegradasi yang potensial masih luas, (5) pola produksi bersifat komplementer dengan pulau Jawa, (6) kompetisi pemanfaatan lahan untuk tujuan nonpertanian relatif rendah, dan (7) teknologi produksi berbagai komoditas cukup tersedia. Lahan rawa pasang surut telah dimanfaatkan petani sebagai penghasil bahan pangan sejak awal abad XIX dengan luas terbatas, kemudian dibuka melalui beberapa proyek penelitian : (1) P₄S pada tahun 1968-1980, (2) SWAMP - I pada tahun 1982-1986, (3) SWAMP - II pada tahun 1986-1992, (4) ISDP pada tahun 1993-2000, (5) SUP pada tahun 1998-2000, serta proyek pembukaan lahan seperti Mega Proyek Sejuta Hektare di Kalimantan Tengah pada tahun 1996 dan revitalisasi Ex PLG pada tahun 2006. Permasalahan dalam menjadikan lahan rawa pasang surut sebagai pertanian masa depan Indonesia adalah rendahnya produktivitas lahan, rendahnya pendapatan petani, dan penurunan kualitas lingkungan. Strategi menjadikan lahan rawa pasang surut sebagai pertanian masa depan Indonesia adalah (1) peningkatan produktivitas lahan, (2) peningkatan pendapatan petani, dan (3) perbaikan kualitas lingkungan dengan persyaratan secara teknis bisa dilaksanakan dan diterima masyarakat, secara ekonomi layak dan menguntungkan dan tidak merusak lingkungan. Pengembangan pertanian masa depan Indonesia harus mengembangkan pertanian yang integratif, ramah lingkungan, modern, dan hemat tenaga kerja. Selain itu juga harus mengembangkan komoditas spesifik seperti tanaman obat (farmaka), tanaman untuk kosmetik, dan tanaman untuk pestisida nabati.

Pendahuluan

Lahan rawa pasang surut merupakan lahan yang ketersediaan airnya dipengaruhi oleh pergerakan air di permukaan sungai akibat pergerakan bulan (Widjaja-Adhi *et al.*, 1992; Adimihardja dan Suriadikarta, 2000). Lahan rawa pasang surut terdiri dari lahan sulfat masam dan lahan gambut yang telah lama diusahakan petani (Widjaja-Adhi, 1997; Masganti, 2013). Secara nasional, potensi lahan ini sangat luas untuk peningkatan produksi pangan (Alihamisyah, 2004; Ritung *et al.*, 2015).

Lahan rawa pasang surut banyak ditemukan di tiga pulau besar yakni Papua, Sumatera, dan Kalimantan, dan sebagian kecil di Sulawesi dan Maluku (Alihamisyah, 2004; Ritung *et al.*, 2015). Selama beberapa dekade ini, pasokan bahan pangan kita selalu bertumpu kepada Pulau Jawa yang selama ini memasok sekitar 60% kebutuhan pangan. Pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk meningkatkan produksi pangan bersifat mutlak mengingat kebutuhan yang terus meningkat sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk, tingginya laju alih fungsi lahan pertanian subur, kesadaran untuk diversifikasi pangan, meningkatnya tuntutan kualitas bahan pangan, dan keinginan untuk memberi makan dunia (Masganti *et al.*, 2017).

Lahan rawa pasang surut tidak saja sebagai lumbung pangan masa depan di Indonesia, tetapi juga menjadi pertanian masa depan di dunia. Masganti (2013) memberikan beberapa argumentasi sebagai berikut: (1) produktivitas masih rendah, (2) lahan potensial masih luas, (3) indeks pertanaman (IP) masih rendah, (4) lahan terdegradasi yang potensial masih luas, (5) pola produksi bahan pangan di Lahan rawa pasang surut bersifat komplementer dengan pola produksi bahan pangan di pulau Jawa, (6) kompetisi pemanfaatan lahan untuk tujuan nonpertanian relatif rendah, dan (7) tersedianya teknologi produksi berbagai komoditas.

Meskipun potensi lahan rawa pasang surut sebagai lumbung pangan dan pertanian masa depan sangat besar, akan tetapi di balik itu tersimpan berbagai permasalahan dalam mengembangkan lahan ini (Haryono, 2013; Masganti, 2013). Masalah utama peningkatan produksi pangan di lahan rawa pasang surut adalah penurunan kapasitas produksi akibat alih fungsi lahan subur, degradasi kesuburan tanah dan produktivitas lahan, ancaman variabilitas dan perubahan iklim, rendahnya dukungan infrastruktur pengelolaan air, dan lambannya diseminasi hasil penelitian. Oleh karena itu, titik tumpu permasalahan terletak pada rendahnya produktivitas lahan, pendapatan petani, dan penurunan kualitas lingkungan (Las *et al.*, 2012; Masganti, 2013; Masganti *et al.*, 2015).

Pendapatan petani di lahan rawa pasang surut dilaporkan masih rendah (Sudana, 1988; Wayan, 2005). Hal ini disebabkan produktivitas tanaman yang masih rendah, komoditas yang dibudidayakan tidak tepat, banjir produk, tingginya biaya produksi karena harga sarana produksi dan tenaga kerja yang mahal, aksesibilitas wilayah untuk perdagangan input dan produk pertanian yang masih perlu ditingkatkan.

Pembangunan pertanian di lahan rawa pasang surut sering mengabaikan atau menyebabkan lingkungan terabaikan. Misalnya drainase yang berlebihan pada lahan gambut menyebabkan terjadinya degradasi lahan gambut, sehingga terjadi pelepasan gas rumah kaca (GRK) yang banyak dan mempercepat munculnya lapisan bawah tanah yang bersifat racun bagi tanaman (Agus dan Subiksa, 2008; Masganti *et al.*, 2014; Wahyunto *et al.*, 2014). Demikian juga penggunaan pestisida dan insektisida yang tidak terkontrol menyebabkan pencemaran lingkungan perairan (Tim Sintesis Kebijakan, 2007). Oleh karena itu pengembangan lahan rawa pasang surut sebagai pertanian masa depan harus memperhatikan tiga hal, yakni peningkatan produktivitas lahan, peningkatan pendapatan petani, dan perbaikan kualitas lingkungan.

Berdasarkan keinginan untuk menjadikan lahan rawa pasang surut sebagai lumbung pangan dan pertanian masa depan Indonesia, maka tulisan ini menyajikan potensi lahan, permasalahan dan strategi yang diperlukan dalam memanfaatkan lahan rawa pasang surut.

Sejarah dan Pembelajaran Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut

Lahan rawa pasang surut sebagai penghasil bahan pangan telah lama dimanfaatkan petani secara turun-temurun (Rina dan Noorginayuwati, 2007; Masganti, 2013). Pemanfaatan lahan rawa pasang surut di Indonesia telah dimulai sejak ratusan tahun yang lalu, bahkan dalam catatan Haji Idak, seorang tokoh tani yang berasal dari Kalimantan Selatan, masyarakat telah memanfaatkan lahan rawa pasang surut sejak awal abad ke-19 (Notohadiprawiro, 1994; Masganti, 2013). Pada saat itu, masyarakat yang umumnya adalah suku Bugis dan Banjar hanya memanfaatkan lahan rawa pasang surut yang dekat pantai dengan tanaman penciri nipah.

Pemanfaatan yang lebih luas dan terencana kemudian terjadi dan dipicu sejak ditemukannya hutan gambut tropika yang sangat luas di dataran pantai timur Sumatera pada tahun 1895 (Notohadiprawiro, 1994). Menurut

Notohadiprawiro (1994) dan Alihamsyah (2004), pembukaan lahan rawa pasang surut secara besar-besaran mulai dilakukan pada Pelita I, sekitar tahun 1968 hingga 1980 melalui Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut (P₄S). Proyek ini diimplementasikan di beberapa provinsi yang mempunyai lahan rawa pasang surut, yakni Kalimantan Selatan, Sumatera Selatan, dan Jambi melalui Program Transmigrasi dan Peningkatan Produksi Beras Nasional. Akan tetapi meski dianggap berhasil, proyek ini juga memerlukan perbaikan untuk meningkatkan kinerjanya.

Belajar dari keberhasilan dan kegagalan proyek P₄S, pada tahun 1982-1986 dilakukan penelitian dan pengembangan lahan rawa pasang surut secara luas di Jambi, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Barat melalui Proyek SWAMP I. Melihat keberhasilan proyek ini, pemerintah kemudian melanjutkannya melalui Proyek SWAMP II pada 1986-1992 di wilayah yang sama dan ditambah dengan Provinsi Kalimantan Tengah dan Riau.

Pertambahan jumlah penduduk yang semakin banyak menyebabkan pemerintah harus menyediakan penghasil bahan pangan yang lebih luas di luar pulau Jawa, sementara pulau Jawa sebagai andalan pemasok bahan pangan, mengalami laju alih fungsi lahan yang mengkhawatirkan (Masganti, 2013). Oleh karena itu melalui Proyek Penelitian Pengembangan Lahan Rawa Terpadu (ISDP) pada 1993-2000, lahan rawa pasang surut dikembangkan di Provinsi Jambi, Sumatera Selatan, Riau, dan Kalimantan Barat.

Keberhasilan beberapa proyek tersebut ditandai oleh berubahnya bentuk rumah transmigran, seringnya transmigran pulang kampung, dan bertambah banyaknya putra-putri mereka yang menuntut ilmu di perguruan tinggi, menggugah pemerintah untuk kembali “membangunkan” potensi lahan rawa pasang surut melalui Proyek Sistem Usaha Pertanian (SUP) Lahan rawa pasang surut pada periode 1998-2000. Hal ini tidak terlepas dari dukungan hasil-hasil penelitian, baik dari lembaga penelitian perguruan tinggi, Badan Litbang Pertanian, maupun swasta. Kondisi ini membuat pemerintah lebih percaya diri dan menginisiasi Mega Proyek Lahan Gambut Sejuta Hektare di Provinsi Kalimantan Tengah pada tahun 1996.

Pembukaan lahan rawa pasang surut oleh suku Bugis dan Banjar menggunakan teknologi sederhana, membuat saluran dangkal atau tabat agar lalu lintas air terkendali, sehingga lapisan pirit tidak terusik, dan sekaligus dapat dijadikan sarana transportasi bahan-bahan yang diperlukan dalam budidaya tanaman. Lahan rawa pasang surut yang dibuka biasanya adalah lahan yang dekat dengan laut atau bertipologi A hingga B karena pasokan

air yang lebih terjamin dan tingkat kesuburan yang lebih baik (Sawiyo *et al.*, 2000; Masganti dan Yuliani, 2005; Suriadikarta dan Sutriadi, 2007). Sayangnya saluran dangkal tidak menjamin ketersediaan air di kawasan yang lebih luas, terutama di lahan dengan tipe luapan C dan D, sehingga perluasan areal menjadi terbatas.

Pembukaan secara besar-besaran dilakukan dengan dukungan pengelolaan air seperti sistem kolam atau garpu yang dikembangkan di beberapa lokasi, meskipun sistem ini juga memerlukan penyempurnaan akibat terjadinya pemasaman di daerah dekat kolam, apalagi pada musim kemarau (Noor *et al.*, 1993; Masganti *et al.*, 1994; Sarwani *et al.*, 1994). Petani menyadari sepenuhnya bahwa kunci keberhasilan budidaya tanaman di lahan rawa pasang surut adalah pengelolaan air.

Ketidaktepatan perencanaan tata ruang sering menjadi penyebab kegagalan pengembangan lahan rawa pasang surut. Selain masalah air, keterbatasan tenaga dan modal usahatani menyebabkan wilayah yang terjangkau paling jauh dua km ke pedalaman. Input yang terbatas dan penggunaan varietas lokal berumur dalam menyebabkan produktivitas padi hanya 0,8-1,0 ton/ha dengan IP satu kali padi per tahun (Masganti, 2013).

Belajar dari Program P4S, pembukaan lahan rawa pasang surut mulai memperhatikan aspek penataan lahan dan pengelolaan air secara menyeluruh. Namun aspek sosial-ekonomi dan budaya belum mendapat perhatian. Transmigran yang ditempatkan pada ekosistem ini adalah petani lahan kering dan lahan sawah mineral dengan budaya “ayam”, bukan “itik”. Akibatnya, sebagian dari mereka meninggalkan lahannya dan berusaha di luar bidang pertanian (Masganti, 2013).

Selanjutnya, belajar dari Proyek SWAMP-I dan SWAMP-II dikembangkan teknologi pengendalian dinamika kimia tanah, pengelolaan hara, pemupukan, dan ameliorasi (Masganti, 2004; 2010; Suriadikarta, 2012). Kawasan Tarantang di Kalimantan Selatan dan Muara Telang di Sumatera Selatan berhasil mengembangkan sistem surjan dan tukang yang mengintegrasikan tanaman padi dan jeruk. Kawasan Barambai dan Tabunganen berhasil menjadi salah satu sentra produksi padi di Kalimantan Selatan. Di Kalimantan Barat, etnis Tionghoa berhasil mengembangkan tanaman lidah buaya di kawasan lahan rawa pasang surut (Masganti, 2013).

Di Tanjung Jabung Timur Jambi dan Dadahup Kalimantan Tengah, lahan rawa pasang surut dikembangkan untuk tanaman padi, yang kemudian menjadi

salah satu lumbung beras di kedua provinsi tersebut. Namun banyak juga proyek Lahan rawa pasang surut yang tidak berkembang, antara lain akibat keterbatasan koordinasi dan peran Pemda.

Melalui proyek ISDP, pengembangan lahan rawa pasang surut lebih memperhatikan aspek sosial dan budaya serta memberikan peran lebih besar kepada Pemda. Namun, karena kurangnya perhatian terhadap kelembagaan dan pemberdayaan petani serta inkonsistensi kebijakan, maka banyak lahan yang beralih fungsi (Las *et al.*, 2012; Masganti, 2013).

Pendekatan Program SUP lahan rawa pasang Surut melalui penyempurnaan Proyek ISDP dengan penambahan titik ungkit pengembangan kelembagaan dan pemberdayaan petani secara holistik dan terpadu, menyebabkan pemanfaatan Lahan rawa pasang surut lebih berkembang. Sejak Lahan rawa pasang surut dikembangkan untuk pertanian, petani telah berkreasi melalui penataan lahan dan tanaman dengan sistem surjan dan tukungan. Sistem tersebut menguntungkan dengan risiko yang lebih kecil (Masganti, 2013).

Meski telah belajar dari pengalaman sebelumnya, pelaksanaan Mega Proyek Lahan Sejuta Hektare di Kalimantan Tengah ternyata kurang memperhatikan karakteristik bawaan *inherensi* lahan gambut. Drainase yang berlebihan memicu percepatan subsidensi dan munculnya tanah sulfat masam aktual dari bawah permukaan gambut. Selain itu, kurangnya perhatian terhadap aspek sosial dan koordinasi “trisula” Dinas Pekerjaan Umum, Pertanian, dan Transmigrasi dalam penempatan transmigran dan pembinaan lanjutan menjadi penyebab sebagian petani meninggalkan “kampung halaman” barunya.

Proyek ini menyisakan “catatan kelabu” pemanfaatan lahan gambut dan “petaka” bagi daya dukung hidrologi dan tata air, kimia dan kesuburan tanah, biodiversiti dan biologi tanah, emisi GRK serta aspek ekonomi dan sosial. Meski proyek ini dinilai gagal, namun secara mikro, sebagian petani “pionir” berhasil memanfaatkan lahan tersebut secara baik dan hingga saat ini masih eksis. Kunci keberhasilannya adalah kemampuan pengelolaan air dan lahan yang mengeliminasi sifat toksik tanah dan menjaga kesuburan tanah (Masganti dan Arifin, 1994; Masganti dan Yuliani, 2005; Masganti *et al.*, 2015).

Petani di lahan rawa pasang surut lebih dahulu memanfaatkan lahan yang ketersediaan airnya lebih baik untuk membudidayakan tanaman pangan, sedangkan tanaman perkebunan seperti kelapa dikembangkan secara bertahap dengan menanam kelapa pada tukungan, kemudian apabila tanaman tersebut sudah mulai berkembang, maka tukungan disatukan menjadi surjan.

Oleh karena itu tanaman pangan dan tanaman perkebunan lebih dahulu berkembang. Sementara untuk tanaman hortikultura berkembang lebih belakangan seiring dengan meningkatnya nilai ekonomi dan ketrampilan petani dalam budidaya tanaman hortikultura.



Gambar 1. Pengelolaan air sebagai kunci utama keberhasilan budidaya tanaman di lahan rawa pasang surut. (Foto koleksi Masganti)

Pertanian di Lahan Rawa Pasang Surut dan Permasalahannya

Indonesia merupakan negara agraris dengan persentase terbesar penduduknya bekerja di sektor pertanian. Didukung oleh sumberdaya alam yang beraneka ragam dengan wilayah yang dimiliki cukup luas, semestinya tingkat kesejahteraan petani dan kontribusi pendapatan nasional yang diperoleh lebih baik dibanding sektor lainnya. Ironisnya penduduk miskin di Indonesia sebagian besar terdapat di pedesaan dan didominasi penduduk yang berprofesi sebagai petani (Anonim, 2013; Hermanto dan Hardono, 2015.) dan dibandingkan dengan sektor non pertanian, kontribusi sektor pertanian terhadap pendapatan nasional lebih kecil. Bahkan kebutuhan produk pertanian dalam negeri tidak bisa terpenuhi sehingga harus impor dari negara lain (Kompas, 2014). Hal ini merupakan gambaran kondisi pertanian Indonesia hingga saat ini masih belum dapat menunjukkan hasil yang maksimal.

Menurut Sukino, (2013) ada beberapa faktor yang mempengaruhi pembangunan pertanian di Indonesia saat ini, yaitu: pascapanen, sarana dan prasana, kepemilikan lahan, modal, pendidikan, penguasaan teknologi, tingkat ketrampilan dan sikap petani.



Gambar 2. Potret kemiskinan di pedesaan (Sumber: google image)

Kondisi pertanian Indonesia saat ini tidak terlepas dari sejarah pertanian masa lalu. Sejarah pertanian Indonesia pernah mengalami lompatan hasil pertanian yang sangat berarti, yaitu dari pertanian tradisional menjadi pertanian modern. Dengan pertanian modern saat itu produksi pertanian Indonesia meningkat, bahkan berlebih sehingga sempat berswasembada pada tahun 1983/84 dan meningkatkan ekspor beras ke berbagai wilayah. Atas perestasi tersebut, PBB melalui FAO Indonesia diberi anugerah negara yang berprestasi dalam bidang pertanian (Anonim, 2008).

Tingginya produktivitas tanaman yang dicapai berkaitan dengan adanya penggunaan benih unggul, penggunaan pupuk kimia, dan pestisida. Akan tetapi lambat laun kapasitas produksi pertanian melandai akibat menurunnya kesuburan tanah karena intensitas penggunaan lahan yang tinggi dan kurangnya tindakan konservasi lahan. Pengangkutan hasil panen bukan hanya gabahnya saja, tetapi juga jerami yang digunakan untuk pakan ternak, media budidaya jamur atau keperluan lainnya, bahkan kadangkala

jerami dibakar di lahan untuk mempercepat proses penyiapan lahan. Hal ini menyebabkan tanah pertanian menjadi keras akibat menipisnya lapisan tanah atas. Selain itu pengerasan tanah terjadi akibat penggunaan pupuk dan bahan kimia secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama. Jika tanah menjadi keras, maka tanaman akan sulit menyerap pupuk/hara dari tanah, sehingga untuk mendapatkan hasil yang sama dengan sebelumnya diperlukan pupuk yang lebih banyak. Kecenderungan pola pertanian seperti (penggunaan varietas unggul dan bahan kimia berupa pupuk kimia dan pestisida) berlanjut hingga saat ini, sehingga tanah pertanian semakin merosot produktivitasnya. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, maka pengembangan perluasan lahan pertanian diarahkan ke lahan-lahan marginal, diantaranya lahan rawa pasang surut.

Penurunan kapasitas produksi pertanian Indonesia juga berkaitan dengan rusaknya sebagian besar fasilitas pengairan yang telah lama dibangun, tetapi tidak direhabilitasi, apalagi menambah kapasitas penyediaan airnya. Penyebab lain adalah meningkatnya serangan OPT akibat iklim ekstrem, penggunaan varietas yang rentan, dan mungkin akibat penggunaan pestisida dan insektisida yang tidak terkontrol dan dapat menyebabkan kemunduran kualitas lingkungan.

Potensi lahan rawa pasang surut di Indonesia mencapai 20,13 juta hektare, yang tersusun dari lima tipologi lahan, yaitu lahan gambut sekitar 10,90 juta hektare, lahan potensial 2,07 juta ha, lahan sulfat masam potensial 4,34 juta ha, sulfat masam aktual 2,37 juta ha, dan lahan salin sekitar 0,44 juta ha (Subagyo, 2006a). Lahan rawa pasang surut merupakan salah satu lahan marginal yang mempunyai banyak keterbatasan namun karena ketersediaan lahannya cukup luas, ketersediaan air yang melimpah dan bentuk topografinya yang datar sehingga dianggap cocok sebagai lahan alternatif untuk mengatasi kebutuhan pangan nasional.

Banyak tantangan dan hambatan yang harus diatasi untuk memanfaatkan lahan rawa pasang surut (Alihamsyah *et al.*, 2003; Masganti, 2013; Subagyo *et al.*, 2015). Aspek tanah dan airnya merupakan permasalahan yang cukup kompleks diatasi. Letak lahan rawa pasang surut yang datar dan rendah, sehingga sering mengalami genangan air dalam waktu yang cukup lama yang berasal dari luapan air sungai akibat pasang surutnya air laut atau dapat pula disebabkan oleh air hujan. Genangan air menjadi kendala pengembangan pertanian terutama di lahan rawa pasang surut tipe luapan A yang sering

mengalami banjir karena kondisi topografinya menyulitkan pembuangan air. Pengaturan air sangat bergantung dengan tinggi muka air pasang. Pengairan dapat dilakukan dengan mengandalkan perbedaan tinggi muka air saat pasang dan bisa mendrain saat air surut.

Kekeringan pada saat musim kemarau di lahan rawa pasang surut tipe C dan D juga sering terjadi. Intrusi air laut (salinitas) pada puncak musim kemarau pada kawasan pantai dapat menyebabkan kerusakan tanaman, terutama jika terjadinya pada saat tanaman padi belum mengeluarkan malai. Salinitas yang tinggi pada zona perakaran akan menghambat penyerapan air dan unsur hara. Bahkan pada konsentrasi tinggi, air yang berada dalam sel tanaman akan tersedot keluar sehingga tanaman menjadi kering (Noor *et al.*, 2014).

Dalam mengelola dan memanfaatkan lahan rawa pasang surut untuk pengembangan pertanian banyak kendala yang harus dihadapi dan sangat kompleks. Aktivitas pembuatan saluran tanpa perencanaan yang tepat dapat menyebabkan penurunan muka air tanah yang tidak terkendali. Pada lahan rawa pasang surut dengan jenis tanahnya sulfat masam dibatasi dengan keberadaan lapisan sulfidik yaitu lapisan tanah yang mengandung pirit. Pirit di dalam tanah tidak akan menimbulkan masalah jika berada dalam kondisi anaerob (tergenang). Tetapi jika mengalami kekeringan atau berada dalam kondisi aerob, baik akibat drainase yang berlebih atau akibat pengolahan tanah menyebabkan pirit tersingkap ke permukaan dan bereaksi dengan udara luar, maka pirit akan mengalami oksidasi. Hasil oksidasi pirit ini adalah terbentuknya asam sulfat, dengan terbebasnya ion H^+ , sehingga tanah menjadi lebih masam. Tanah yang masam dapat menyebabkan kelarutan ion-ion Fe^{2+} , Al^{3+} dan Mn^{2+} bertambah di dalam tanah dan dapat bersifat racun bagi tanaman. Ketersediaan fosfat menjadi berkurang karena diikat oleh besi atau aluminium dalam bentuk besi fosfat atau aluminium posfat (Subagyo, 2006b).

Pada kondisi sangat masam ($pH < 4$), kelarutan ion aluminium meningkat drastis. Konsentrasi Al^{3+} dapat meningkat 10 kali lipat setiap penurunan satu unit pH. Pada pH 5,5 konsentrasi Al^{3+} sebesar 0,44 ppm (me/liter) dan pada pH 5,5 meningkat menjadi 54 ppm (Breemen, 1976). Hasil penelitian (Priatmadi dan Haris, 2009), drainase selama enam minggu dapat menurunkan pH sebesar 2,97 satuan/unit dan meningkatkan kadar sulfat larut akan semakin meningkat seiring dengan lama drainase (sampai enam minggu).

Sementara pada tanah gambut, memiliki sifat fisik yang paling berperan adalah subsiden (penurunan ketebalan gambut), sifat kering tak balik (*irreversible drying*), dan daya sangga yang rendah disebabkan bobot isi (BD)

gambut yang rendah. Bila pengeloaan lahan gambut tidak berdasarkan atas sifat dan kelakuan inheren gambut menyebabkan terjadinya proses destabilisasi. Proses ini menghasilkan bahan yang tidak tahan terhadap perubahan bentuk atau sifat kimia tanah, dan akibat dari proses destabilisasi ini antarlain menyebabkan meningkatnya laju kehilangan C-organik dari tanah gambut serta berkurang atau hilangnya fungsi gambut sebagai media tumbuh tanaman dan penyimpan air, seperti melalui proses kering tak balik (Masganti, 2012).

Sifat kimia yang penting terhadap dinamika lahan gambut adalah: ketersediaan unsur hara yang rendah/miskin hara dan kandungan asam-asam organik yang tinggi yang dapat meracuni tanaman. Gambut mempunyai reaksi yang sangat masam, Kapasitas Tukar Kation (KTK) sangat tinggi, tetapi kejenuhan basa sangat rendah. Kondisi ini menyebabkan terhambatnya ketersediaan hara terutama basa-basa K, Ca, Mg, dan unsur mikro seperti Cu, Zn, Mn, dan Fe bagi tanaman. Unsur mikro tersebut terikat dalam bentuk khelat dan asam-asam organik yang meracun itu terutama asam fenolat. Asam fenolat merupakan hasil biodegradasi anaerob dari senyawa lignin yang dominan dalam kayu-kayuan. Selain masalah sifat fisik dan kimia juga masalah biologi yaitu terjadinya kehilangan unsur C dan N akibat mineralisasi C dan N-organik. Pada lingkungan gambut yang reduktif, laju dekomposisi gambut sangat lambat dan banyak dihasilkan asam organik beracun (Subagyo, 2006b).

Keterisoliran lahan pertanian yang sulit dijangkau karena jalan masih berupa tanah, yang becek pada musim hujan sehingga menghambat sistem pemasaran dan penyediaan sarana dan prasarana pertanian. Keterisoliran wilayah tidak hanya disebabkan oleh sarana transportasi, tetapi juga berkaitan dengan kemudahan berkomunikasi. Masalah lainnya adalah fasilitas pasar yang tersedia secara reguler, kurang mendukung penerapan teknologi oleh petani karena sarana produksi hanya tersedia pada saat pasar reguler. Oleh karena itu, perlu dibangun kios saprodi untuk mengatasi kendala tersebut (Masganti, 2013).

Pendidikan yang rendah dan pemodalan yang terbatas, menyebabkan alih teknologi pertanian lahan rawa mengalami hambatan. Petani sangat menyadari pentingnya atau khasiat pupuk dalam meningkatkan produktivitas lahan, akan tetapi sering terjadi keperluan pemupukan tanaman padi bersamaan kebutuhan lain yang juga mendesak seperti membayar SPP. Peningkatan produksi Lahan rawa pasang surut harus didukung oleh lembaga keuangan.

Pasar dan kelembagaan pendukung (KUD dan Kelompok Tani) yang kurang berperan sehingga kurang efektif mengatasi masalah permodalan, penyediaan sarana produksi dan pemasaran. Demikian juga Balai Penyuluh Kecamatan yang belum memberikan pelayanan yang optimal karena sarana transportasi yang belum memadai dan merata. Keterbatasan tenaga penyuluh pertanian tidak hanya jumlahnya yang terbatas, tetapi juga cakupan wilayah, sarana transportasi, sarana “Unjuk Teknologi” pada setiap BPP juga terbatas.

Tenaga kerja yang terbatas, terutama pada saat tanam dan panen. Kurangnya tenaga kerja yang terlibat dalam usahatani menyebabkan rendahnya intensitas tanam dan pemeliharaan sehingga produktivitas lahan rendah, tambah lagi dengan faktor cuaca yang tidak menentu yang sering menyebabkan gagal panen. Masalah tenaga kerja dapat menyebabkan petani “Mengabaikan” tanaman padinya karena mencari pekerjaan di perkotaan seperti menjadi tukang bangunan. Oleh karena itu produktivitas lahan rawa pasang surut harus terus dipacu agar tidak terjadi pembiaran terhadap tanaman petani. Perlu juga dilakukan intervensi teknologi alsintan untuk mengatasi masalah kelangkaan tenaga kerja. Akan tetapi intervensi alsintan harus disertai dengan pelatihan dan tersedianya bengkel di wilayah kerja petani, sehingga jika terjadi masalah dalam penggunaan alsintan, petani tidak membiarkan alsintan tersebut mangkrak.

Konversi lahan pertanian menjadi lahan non pertanian yang sudah mulai merambah ke wilayah lahan rawa pasang surut akibat semakin bertambahnya jumlah penduduk untuk memenuhi berbagai keperluan lain dan perkembangan ekonomi. Demikian juga kepemilikan lahan garapan semakin berkurang karena hal waris, konversi lahan dan lahan potensial yang menjadi lahan tidur karena dimiliki oleh orang-orang kaya yang bertempat tinggal di kota.

Strategi dan Program Pertanian Masa Depan

Keberhasilan dan keberlanjutan pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut melalui penerapan teknologi pengelolaan lahan dan pemilihan komoditas yang tepat perlu didukung oleh kemampuan sumberdaya manusia, sarana dan prasarana yang memadai serta kelembagaan yang efektif dan efisien. Secara umum, pengembangan lahan rawa pasang surut ke depan harus memenuhi tiga syarat, yaitu secara teknis mudah dilaksanakan dan bisa diterima masyarakat, secara ekonomi layak dan menguntungkan dan tidak

merusak lingkungan sehingga sumberdaya alamnya tetap terpelihara dengan baik agar pengembangan pertaniannya dapat berkelanjutan (Alihamsyah *et al.*, 2003).

Lahan rawa pasang surut memiliki potensi dan prospek besar untuk dijadikan areal produksi pertanian produktif apabila dikelola melalui penerapan teknologi tepat guna sesuai dengan karakteristik wilayahnya. Kegiatan penelitian, pengkajian dan pengalaman di lahan rawa pasang surut telah menghasilkan banyak teknologi yang dapat memberikan alternatif untuk pengembangan pertanian. Pengelolaan air dan tanah merupakan faktor penting dalam reklamasi dan pengembangan lahan rawa pasang surut. Terkait dengan hal ini, ke depan strategi pemanfaatan lahan rawa pasang surut sebagai pertanian masa depan Indonesia dapat melalui penajaman penelitian dengan maksud inovasi teknologi yang dihasilkan berorientasi terhadap kebutuhan pengguna dan keunggulan sumberdaya pertanian setempat, disamping itu juga dapat meningkatkan indeks pertanaman (IP) sehingga produktivitas lahan meningkat. Berbicara produktivitas lahan, peran aktif petani menjadi sangat menentukan. Sebaik apapun teknologi yang dihasilkan menjadi tidak berarti dan bermanfaat jika petani tidak menerapkan inovasi teknologi tersebut.

Sektor pertanian berperan penting dalam mendorong kesejahteraan petani. Namun, upaya meningkatkan peran sektor pertanian di lahan rawa pasang surut melalui peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani ini menghadapi berbagai kendala dan masalah. Sebut saja permasalahan kendala biofisik lahan, terbatasnya pengetahuan, keterampilan dan kemampuan petani dalam teknologi budidaya, terbatasnya modal, infrastruktur dan kelembagaan pendukung seperti penyuluhan, permodalan maupun pemasaran serta kurangnya minat generasi muda untuk terjun ke sektor pertanian (Alihamsyah *et al.*, 2003; Subagio *et al.*, 2015; Kariyasa, 2017). Oleh karena itu, menurut Subagio *et al.* (2015) strategi yang diperlukan untuk penguatan kapasitas petani antaralain adalah: (1) pendidikan dan pelatihan bagi petani tentang teknologi budidaya dan sosial ekonomi pertanian; (2) pembinaan dan peningkatan perangkat kelembagaan petani baik internal seperti kelompok tani maupun eksternal seperti pengolahan hasil dan pemasaran; dan (3) penggalian kearifan lokal untuk memperkaya inovasi teknologi masa depan yang adaptif dan diterima oleh petani.

Untuk meningkatkan pendapatan petani, mengurangi risiko kegagalan dan banjir hasil dari usahatani yang diusahakan, maka ke depan pengembangan pertanian di Lahan rawa pasang surut harus diarahkan pada penganeekaragaman

komoditas. Dengan penataan lahan sesuai anjuran, penggunaan varietas adaptif serta teknologi budidaya yang sesuai, beragam komoditas dapat ditanam di lahan rawa pasang surut dan memberikan hasil yang baik (Masganti, 2013). Pertanian polikultur juga perlu dikembangkan. Menurut Alihamsyah *et al.* (2003), ternak dan ikan berperan penting dalam pertanian lahan rawa pasang surut. Di samping memberikan kontribusi terhadap penerimaan usahatani, ternak dan ikan dapat dijual dengan mudah untuk mendapatkan uang tunai. Ekosistem Lahan rawa pasang surut terutama yang terluapi air pasang memiliki prospek untuk pemeliharaan ikan. Sebagai contoh, untuk ternak ayam dan itik dapat dipelihara di atas kolam ikan.

Salah satu sistem usaha tani yang dapat mendukung pembangunan pertanian di wilayah pedesaan adalah sistem integrasi tanaman-ternak. Pada sistem ini terdapat keterkaitan yang saling menguntungkan antara tanaman dan ternak. Petani memanfaatkan kotoran ternak sebagai pupuk organik untuk tanamannya, kemudian memanfaatkan limbah pertanian seperti jerami padi, brangkas jagung, dan limbah pertanian lainnya untuk pakan ternak. Pemanfaatan limbah pertanian dapat menghemat tenaga kerja mencari rumput dan menambah ketersediaan pakan terutama pada musim kemarau. Kegiatan terpadu usaha pertanian dan peternakan ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil usaha yang optimal sehingga dapat mendorong peningkatan keuntungan hasil usaha tani dan pendapatan petani. Ke depan sistem integrasi ini memerlukan kerjasama yang baik antara petani, peternak dan pemerintah. Pemerintah perlu memberikan bantuan modal, penyuluhan, dan pelatihan kepada petani.

Persoalan banjir hasil saat panen dan kelangkaan komoditas saat paceklik menjadi fenomena rutin setiap tahun. Untuk mengendalikan gejolak harga akibat hal tersebut, kebijakan pemerintah untuk menetapkan semacam harga dasar yakni harga pembelian pemerintah (HPP) untuk komoditas pertanian sangatlah diperlukan. Namun demikian, mengingat kondisi spesifik masing-masing daerah, maka sepertinya kebijakan penetapan HPP lebih bermakna jika ditetapkan oleh masing-masing pemerintah daerah. Pemerintah pusat hanya memberikan acuan dan pedoman dalam menetapkan HPP. Adanya kebijakan ini akan membantu petani dalam pemasaran untuk tidak bergantung pada harga dari tengkulak yang biasanya cenderung rendah dan meningkatkan harga jual produk pertanian, sehingga menghasilkan keuntungan yang optimal, dan tentunya akan meningkatkan pendapatan serta kesejahteraan petani.

Usaha pertanian selalu dihadapkan pada risiko kegagalan panen baik karena bencana iklim seperti banjir dan kekeringan, maupun serangan hama penyakit tanaman. Akibat kegagalan panen, selain tidak memperoleh penghasilan pada musim tersebut petani juga kehilangan investasi yang sudah dikeluarkan, sehingga untuk menutupi kebutuhan hidup sebagian besar petani harus berhutang atau dengan menggadaikan barang-barang yang dimiliki. Salah satu mekanisme perlindungan untuk melindungi kepentingan petani dari risiko ini adalah asuransi. Sejak tahun 1982 Pemerintah melalui Kementerian Pertanian telah mulai mengembangkan asuransi pertanian/tanaman, namun belum dapat berjalan dan berhasil. Pada tahun 2008, pemerintah mencoba kembali penerapan asuransi pertanian/tanaman. Ke depan nampaknya sistem asuransi indeks iklim merupakan pilihan asuransi pertanian yang potensial untuk diterapkan di bidang pertanian (Boer, 2012). Sistem asuransi ini dinilai lebih sesuai mengingat faktor dominan penyebab kegagalan panen di Indonesia adalah faktor iklim. Tidak hanya bersifat melindungi, asuransi sistem ini juga mendorong petani untuk berani mencoba alternatif teknologi baru sehingga meningkatkan pendapatan. Ini dikarenakan pembayaran pertanggungan dalam asuransi indeks iklim tidak terkait dengan kelangsungan hidup tanaman atau gagal panen, namun pembayaran dilakukan apabila nilai *trigger* yaitu indeks iklim terpenuhi. Keuntungan lain, asuransi indeks iklim ini dapat dijadikan sebagai pengganti jaminan dalam meminjam uang ke bank karena apabila petani gagal panen akibat kondisi iklim yang buruk, petani akan dilindungi oleh asuransi dan uang pertanggungan tersebut dapat digunakan untuk membayar pinjaman. Pada tahun 2016, berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 40 tahun 2015 tentang fasilitasi asuransi pertanian, Kementerian Pertanian meluncurkan asuransi usaha petani padi (AUTP) dengan bantuan premi dari pemerintah Rp.144.000/ha/MT dan swadaya petani Rp 36.000,-/ha/MT (Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, 2016). Meskipun terbilang murah, keikutsertaan petani terhadap asuransi ini masih rendah (*Poskotanews.com*, 2017; *Jawapos.com*, 2017; *economy.okezone.com*, 2017). Adanya mitos di masyarakat ikut asuransi sama dengan mengharapkan datang bencana, pemikiran bahwa premi yang telah mereka bayar tidak bisa kembali jika mereka tidak mengalami risiko dan kurangnya sosialisasi arti penting asuransi membuat sedikit petani yang berminat ikut asuransi. Waktu setahun nampaknya belum cukup untuk mengenalkan program asuransi ke seluruh petani. Oleh karena itu, sosialisasi perlu untuk terus ditingkatkan.

Anggapan bahwa petani adalah profesi rendahan, pekerjaan kelas dua dan tidak menjanjikan masa depan menyebabkan profesi ini semakin tidak diminati oleh generasi muda, dan dapat menjadi ancaman bagi sektor pertanian pada

masa depan. Perubahan pola pikir terhadap pandangan ini sangat dibutuhkan. Beberapa pendekatan yang bisa dilakukan antaralain adalah dengan mengarahkan pendidikan pertanian untuk menghasilkan wirausahadi bidang pertanian. Bahwa pertanian itu bukanlah pekerjaan yang hanya bergelut dengan lumpur dan kotor, namun dapat menjadi pertanian modern dengan menggunakan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti budidaya tanaman dengan hidroponik, aeroponik, dan rekayasa genetika. Sehingga menjadi petani adalah cita-cita bergengsi seperti menjadi seorang dokter dan *engineer*. Kemajuan dan keunggulan sektor pertanian perlu diinformasikan melalui media massa baik media cetak maupun elektronik dan pameran-pameran pertanian untuk menyatakan bahwa petani sangat dihargai keberadaannya oleh pemerintah dan masyarakat.

Pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk pertanian memiliki prospek pengembangan yang baik. Namun, mengingat sifat lahan yang marginal dan rapuh, maka pengembangannya perlu dilakukan dengan hati-hati. Kekeliruan dalam mengelola lahan rawa pasang surut, mengakibatkan rusaknya lahan dan lingkungannya yang akan memerlukan biaya besar untuk memperbaiki dan sulit untuk memulihkan kondisinya. Oleh karena itu, untuk tetap menjaga kelestarian lingkungan, maka pengembangan Lahan rawa pasang surut harus diarahkan misalnya antaralain: (1) tinggi muka air di saluran harus dipertahankan agar selalu berada di atas lapisan pirit dan lapisan gambut. Pengeringan dapat menurunkan pH tanah jika diikuti proses oksidasi pirit. Dan untuk jenis tanah gambut, pengeringan dapat meningkatkan jumlah emisi CO₂; (2) saluran drainase dibuat tidak terlalu dalam dari semestinya; (3) merawat dan mempertahankan fungsi bangunan air yang telah dibangun untuk mempertahankan kinerja pengelolaan air pada tinggi muka air dalam saluran yang aman (Alihamsyah *et al.*, 2003; Noor, 2004); (4) difokuskan pada lahan-lahan yang sudah dibuka dan mempunyai tingkat produktivitas sedang (antara 1-3 ton GKG/ha) dan tinggi (> 3 ton GKG/ha) (5) penggunaan insektisida, pestisida dan herbisida dihindari atau diminimalkan (Masganti *et al.*, 2015). Untuk lahan yang tidak produktif atau terlanjur rusak dengan produktivitas rendah (< 1 ton GKG/ha) sebaiknya dihutankan kembali atau ditanami tanaman tahunan yang sesuai kondisi

lahan seperti galam (Hutahean *et al.*, 2015) dan (6) memperbaiki kualitas air buangan akibat reklamasi Lahan rawa pasang surut dengan biofilter purun tikus untuk mengurangi konsentrasi unsur toksik seperti besi dan sulfat serta meningkatkan pH air pada saluran air. Hasil penelitian Alwi (2011) menunjukkan bahwa purun tikus mampu menyerap besi hingga 1500 ppm dan menurunkan konsentrasi SO_4 30–75 ppm pada air buangan (Indrayati, 2011). Dalam pengembangan lahan rawa pasang surut, langkah awal yang terpenting adalah kegiatan identifikasi dan karakterisasi terhadap biofisik lahan, kondisi sosial ekonomi masyarakat, kelembagaan, sarana dan prasarana penunjang yang ada.

Pembangunan pertanian di kawasan perbatasan NKRI menghadapi masalah yang cukup kompleks sehingga memerlukan penanganan yang komprehensif dan berkelanjutan. Oleh karena itu, penyelesaian yang holistik, yang memadukan aspek teknis, sosial, ekonomi, ekologi, dan kelembagaansangat dibutuhkan. Kabupaten Sambas merupakan salah satu kawasan perbatasan negara Indonesia dan Malaysia (Serawak) di bagian paling Utara Provinsi Kalimantan Barat. Dengan agroekosistem adalah lahan rawa pasang surut, maka keberhasilan dan keberlanjutan pengembangan pertaniannya harus didukung dengan infrastruktur pengendali air yang memadai, operasi dan pemeliharaan jaringan dengan penguatan kelembagaan P₃A (Perkumpulan Petani Pemakai Air), serta pengenalan dan implementasi sistem usahatani. Peningkatan kemampuan, pemberdayaan dan partisipasi masyarakat juga perlu dilakukan secara berkesinambungan melalui berbagai sosialisasi dan pelatihan, baik dari aspek teknis maupun non teknis.

Penggunaan pestisida di lingkungan pertanian menjadi masalah yang dilematis. Di satu sisi penggunaan pestisida dapat menekan kehilangan hasil akibat gangguan hama dan penyakit, namun disisi lain menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan seperti berkembangnya hama resisten, terbunuhnya musuh alami hama dan hewan bukan sasaran, dan terjadinya pencemaran lingkungan. Untuk itu, penggunaan pestisida nabati sebagai alternatif pengendalian hama penyakit yang berwawasan lingkungan sangat diperlukan. Dari hasil eksplorasi di lahan rawa (Thamrin *et al.*, 2007) ditemukan 122 jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai bahan pestisida, dan juga dapat berfungsi sebagai bahan obat-obatan dan kosmetik. Hasil penelitian Thamrin *et al.* (2013) menunjukkan ekstrak daun kirinyu atau rumput minjangan (*Chromolaena odorata*) efektif mengendalikan ulat grayak dengan mortalitas 80-100% serta menekan tingkat kerusakan daun kedelai

hingga 55,2%. Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dapat digunakan sebagai tanaman perangkap penggerek batang padi putih, habitat musuh alami serta sebagai bahan attraktan penggerek batang padi (Thamrin dan Asyikin, 2012). Selain kirinyu, tumbuhan cambai, kepayang, dan kalalayu juga berpotensi sebagai bahan utama insektisida nabati (Thamrin *et al.*, 2013). Disamping sebagai bahan pestisida, rumput minjangan ini dapat juga dimanfaatkan sebagai obat luka tanpa menimbulkan bengkak, dan tumbuhan cambai karuk (*Piper caninum*) berkhasiat untuk penyakit maag dan ginjal. Sedangkan untuk bahan kosmetik ada tumbuhan bangkal yang daunnya dapat digunakan untuk bahan pembuatan bedak, serta daun balangkasua habang dan putih untuk bahan kosmetik pembersih kulit (Thamrin *et al.*, 2007). Hal ini menunjukkan adanya peluang bagi pengembangan jenis tumbuhan rawa terutama yang tumbuh di lahan rawa pasang surut untuk dimanfaatkan baik sebagai tanaman obat (farmaka), kosmetik, maupun pestisida nabati yang bukan saja bersahabat dengan lingkungan juga aman bagi kesehatan manusia.

Penutup

Lahan rawa pasang surut memiliki potensi dan prospek besar sebagai lumbung pangan dan pertanian masa depan Indonesia mengingat (1) produktivitas masih rendah, (2) lahan potensial masih luas, (3) indeks pertanaman (IP) masih rendah, (4) lahan terdegradasi yang potensial masih luas, (5) pola produksi bahan pangan di Lahan rawa pasang surut bersifat komplementer dengan pola produksi bahan pangan di pulau Jawa, (6) kompetisi pemanfaatan lahan untuk tujuan nonpertanian relatif rendah, dan (7) tersedianya teknologi produksi berbagai komoditas.

Meskipun potensi pengembangan lahan rawa pasang surut tinggi, akan tetapi banyak kendala dan masalah yang harus dihadapi dalam pemanfaatannya. Permasalahan dalam menjadikan lahan rawa pasang surut sebagai pertanian masa depan Indonesia adalah rendahnya produktivitas lahan, rendahnya pendapatan petani, dan penurunan kualitas lingkungan. Pengalaman dan teknologi yang dihasilkan kegiatan penelitian dan pengkajian telah memberikan alternatif pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut.

Lahan rawa pasang surut telah dimanfaatkan petani sebagai penghasil bahan pangan sejak awal abad XIX dengan luas terbatas, kemudian dibuka melalui beberapa proyek penelitian seperti P4S, SWAMP I, II, ISDP, dan SUP serta proyek pembukaan lahan seperti PLG, dan Revitalisasi PLG.

Sebagai pertanian masa depan Indonesia, lahan rawa pasang surut harus dikelola secara berkelanjutan dan tetap menjaga kelestarian lingkungan, melalui pendekatan peningkatan produktivitas lahan, peningkatan pendapatan petani, dan perbaikan kualitas lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan lahan rawa pasang surut harus memenuhi tiga syarat, yaitu secara teknis bisa dilaksanakan dan diterima masyarakat, secara ekonomi layak dan menguntungkan dan tidak merusak lingkungan.

Pengembangan pertanian masa depan Indonesia harus mengembangkan pertanian yang integratif, ramah lingkungan, modern, hemat tenaga kerja. Selain itu juga harus mengembangkan komoditas spesifik seperti tanaman obat (farmaka), tanaman untuk kosmetik, dan tanaman untuk pestisida nabati.

Daftar Pustaka

- Adimihardja, A., dan D. A. Suriadikarta. 2000. Pemanfaatan lahan rawa eks PLG Kalimantan Tengah untuk pengembangan pertanian berwawasan lingkungan. *J. Penelitian & Pengembangan Pertanian* 19(3):77-81.
- Agus, F., dan I. G. M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah, Badan Litbang Pertanian. Bogor. 36 Hlm.
- Alihamsyah, T, Muhrizal Sarwani, Achmadi Jumberi, Isdijanto Ar-Riza, Heru Sutikno dan Izzuddin Noor. 2003. Lahan Rawa Pasang Surut: Pendukung Ketahanan Pangan dan Sumber Pertumbuhan Agribisnis. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 54 Hlm.
- Alihamsyah, T. 2004. Potensi dan pendayagunaan lahan rawa untuk peningkatan produksi padi. Hlm:46-63. *Dalam* Kasrino *et al.* (Eds.). *Ekonomi Padi dan Beras Indonesia*. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Alwi, M. 2011. Inaktivasi Pirit dan Jarosit Terlapuk Melalui Pelindian dan Penggunaan Biofilter di Tanah Sulfat Masam. Disertasi Doktor. Institut Pertanian Bogor. 170 Hlm
- Anonim.2008. Soeharto dan Swasembada Pangan.[https://klipingut.wordpress.com/2008/01/27 /soeharto-dan-swasembada-pangan](https://klipingut.wordpress.com/2008/01/27/soeharto-dan-swasembada-pangan). diunduh tanggal 14 Juni 2017.
- Anonim. 2013. Derita Petani Indonesia. Pusat Penelitian Kependudukan. LIPI. 17 Desember 2013. kependudukan.lipi.go.id. Diunduh tanggal 21 April 2017.
- Asikin, S., dan M. Thamrin. 2002. Bahan tumbuhan sebagai pengendali hama ramah lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Lahan Kering dan Lahan Rawa, 18-19 Desember 2002. BPTP Kalimantan Selatan dan Balittra Banjarbaru.
- Breemen, N.V. 1976. Genesis and solution chemistry of acid sulphate soils in Thailand Ph.D.Thesis. Centre Agric. Publ.Duc. Wageningen. 283hlm.

- Boer, R. 2012. Asuransi iklim sebagai jaminan perlindungan ketahanan petani terhadap perubahan iklim. Prosiding Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi 10: Pemantapan Ketahanan Pangan dan perbaikan Gizi Berbasis Kemandirian dan Kearifan Lokal, 20-21 November 2012. LIPI, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Prasarana Dan Sarana Pertanian. 2016. Pedoman Bantuan Premi Asuransi Usahatani Padi.
- Haryono. 2013. Strategi dan Kebijakan Kementerian Pertanian dalam Optimalisasi Lahan Sub-optimal Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. 11 Hlm.
- Hermanto dan G.S.Hardono. 2015. Dinamika PDB sektor pertanian dan pendapatan petani. Hlm. 9-34. Masihkah Menjadi Andalan. Badan Litbang Pertanian.
- <http://economy.okezone.com/read/2017/03/20/320/1647033/duh-asuransi-pertanian-kurang-diminati>. Diunduh tanggal 23 Mei 2017
- <http://www.jawapos.com/read/2017/03/14/116037/asuransi-pertanian-sepi-peminat-penyebabnya>. Diunduh tanggal 23 Mei 2017
- <http://poskotanews.com/2017/01/07/asuransi-pertanian-kurang-diminati>. Diunduh tanggal 23 Mei 2017
- Hutahaean, L., E. Ananto, dan B. Raharjo. 2015. Pengembangan teknologi pertanian lahan rawa pasang surut dalam mendukung peningkatan produksi pangan: Kasus di Sumatera Selatan. Hlm. 89-108. *Dalam Pasandaran et al.* (Eds). Memperkuat Kemampuan Swasembada Pangan. IAARD Press.
- Kariyasa, I.K. 2017. Lahan Sub-Optimal Masa Depan Pertanian Indonesia. <http://www.republik.or.id/lahan-sub-optimal-masa-depan-pertanian-indonesia>. Diunduh tanggal 30 April 2017.
- Kompas. 2014. Dalam 10 Tahun terakhir, Impor Produk Pertanian Naik Empat Kali Lipat. Selasa, 12 Agustus 2014. [http:// Googlewebligt.com](http://Googlewebligt.com). Diunduh tanggal 21 April 2017.
- Las, I., M. Sarwani, A. Mulyani, dan M. F. Saragih. 2012. Dilema dan rasionalisasi kebijakan pemanfaatan lahan gambut untuk areal pertanian. Hlm.17-29. *Dalam Husen et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Indrayati, L. 2011. Purun tikus berpotensi perbaiki kualitas air di rawa pasang surut. Sinartani Edisi 6-12 April 2011 No.3400 Tahun XLI
- Masganti, M. Noor, dan K. Anwar. 1994. Pengelolaan air dan peningkatan produktivitas Lahan rawa pasang surut tipe A. Hlm. 31-34. *Dalam Sarwani et al.* (Eds.). Pengelolaan Air dan Produktivitas Lahan Rawa Pasang Surut: Pengalaman dari Kalimantan Selatan dan Tengah. Balitbangtan, Puslitbangtan, Balittra. Banjarbaru.
- Masganti, dan Z. Arifin. 1994. Respon varietas padi terhadap pengelolaan air di Lahan rawa pasang surut tipe A. Hlm:111-118. *Dalam Ar-riza et*

- al. (Eds.). *Budidaya Padi dan Jagung di Lahan rawa pasang Surut, Tadah Hujan dan Lahan Kering*. Serealia II.
- Masganti. 2004. Metode ameliorasi untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman jagung di lahan gambut. *Ziraah* 10(2):58-68.
- Masganti dan N. Yuliani 2005. Status hara tanah di daerah sentra produksi padi Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah. *J. Tanah dan Air* 6(1):18-25.
- Masganti. 2010. Strategi peningkatan kontribusi lahan rawa pasang surut dalam penyediaan beras di Kalimantan Tengah. Hlm. 35-47. *Dalam Jamal et al.* (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Mendukung Ketahanan Pangan dan Agribisnis Perdesaan*. Buku II.
- Masganti. 2012. Sample preparation for peat material analysis. Hlm.179-184. *Dalam Husein et al.* (Eds.). *Prosiding Workshop on Sustainable Management Lowland for Rice Production*.
- Masganti. 2013. Teknologi inovatif pengelolaan lahan suboptimal gambut dan sulfat masam untuk peningkatan produksi tanaman pangan. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 6(4):187-197.
- Masganti., Nurhayati., Rachmiwati Yusuf., dan Hery Widyanto. 2015. Teknologi ramah lingkungan dalam budidaya kelapa sawit di lahan gambut terdegradasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 9(2): 99-108.
- Masganti., E. Maftuah., dan Nurwakhid. 2017. Degradasi Lahan Gambut. *Makalah Buku Agroekologi Rawa* (belum dipublikasi). 24 halaman.
- Noor, M., S. Saragih, dan Masganti. 1993. Tanggap kedelai terhadap sistem tata air, residu kapur, dan pemberian kalium di lahan rawa pasang surut. Hlm: 45-54. *Dalam Noor et al.*, (Eds.). *Hasil Penelitian Kedelai di Lahan rawa pasang Surut*. Balittan Banjarbaru.
- Noor, M. 2004. Lahan Rawa Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam. Hlm. 203–207.
- PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Noor, M., K.Anwar, M.Alwi, M.Thamrin, dan H.Subagio. 2014. *Pengelolaan Air di Lahan Rawa Pasang Surut*. IAARD Press.Balitbangtan. Jakarta. 181 hlm.
- Notohadiprawiro, T. 1994. Pengembangan Lahan Rawa PasangSurut untuk Tujuan Pertanian. Makalah disampaikan pada Pertemuan Teknis Kegiatan Pengajian Tahapan Pengembangan Rawa Pasang Surut, Badan Litbang Pekerjaan Umum, Bandung, 20 Oktober 1994.
- Priatmadi,B. J dan A. Haris. 2009. Reaksi pemasaman senyawa pirit pada tanah rawa pasang surut. *J. Tanah Trop.*, Vol. 14, No.1, 2009: 19-24
- Rina, Y., dan Noorginayuwati. 2007. Persepsi petani tentang lahan gambut dan pengelolaannya. Hlm. 95-107. *Dalam Muhlis et al.* (Eds.). *Kearifan Lokal Pertanian di Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Ritung, S., Wahyunto, K. Nugroho, Sukarman, Hikmatullah, Suparto dan C. Tafakresnanto. 2015. *Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia*:

- Luas, Penyebaran dan Potensi Ketersediaan. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press. 100 hlm
- Sarwani, M., Masganti, dan M. Noor. 1994. Potensi, kendala dan peluang lahan rawa pasang surut dalam perspektif pengembangan tanaman pangan. Hlm. 1-13. *Dalam Sarwani et al. (Eds.). Pengelolaan Air dan Produktivitas Lahan Rawa Pasang Surut: Pengalaman dari Kalimantan Selatan dan Tengah*. Balitbangtan, Puslitbangtan, Balittra. Banjarbaru.
- Sawiyo, D. Subardja, dan D. Djaenudin. 2000. Potensi lahan rawa di daerah Kapuas Murung dan Kapuas Barat untuk pengembangan pertanian. *J. Penelitian & Pengembangan Pertanian* 19(1):9-16.
- Sudana, W. 1998. Prospek pengembangan Lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan dalam mendukung produksi beras. *J. Penelitian & Pengembangan Pertanian* 17(3):108-114.
- Subagyo H. 2006a. Klasifikasi Dan Penyebaran Lahan Rawa. Hlm. 1-22. *Dalam Didi Ardi et al. Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Subagyo H. 2006b. Lahan rawa pasang surut. Hlm. 23-88. *Dalam Didi Ardi et al. Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Subagio, H., M. Noor, Wahida A., Izhar Khairullah. 2015. *Perspektif Pertanian Lahan Rawa: Mendukung Kedaulatan Pangan*. Gadjah Mada University Press. 108 Hlm.
- Sukino. 2013. *Membangun Pertanian Dengan Pemberdayaan Masyarakat Tani Terobosan Menanggulangi Kemiskinan*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta. 237 Hlm.
- Suriadikarta, D. A., dan M. T. Sutriadi. 2007. Jenis-jenis lahan berpotensi untuk pengembangan pertanian di lahan rawa. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 26(3):115-122.
- Suriadikarta, D. A. 2012. Teknologi pengelolaan lahan gambut berkelanjutan. *Jurnal Sumberdaya lahan Pertanian* 6(2):197-211.
- Thamrin, M., S. Asikin, Mukhlis dan A. Budiman. 2007. Potensi ekstrak flora lahan rawa sebagai pestisida nabati. Hlm. 23-31. *Dalam Supriyo, A., M. Noor, I. Ar-Riza dan D. Nazemi (Ed). Monograf: Keanekaragaman Flora dan Buah-buahan Eksotik Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Thamrin, M. dan S. Asikin. 2012. Manfaat Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Pada Ekosistem Sawah Rawa. *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(1), 2012: 35-42
- Thamrin, M., S. Asikin, dan M. Willis. 2013. Tumbuhan Kirinyu *Chromolaena Odorata* (L) (Asteraceae: Asterales) Sebagai Insektisida Nabati Untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera Litura* Siam Weed *Chromolaena Odorata* (L) (Asteraceae: Asterales) As A Botanical Insecticide For Controlling Armyworm *Spodoptera Litura*. *J. Litbang Pert.* Vol. 32 No. 3 September

2013: 112-121

- Tim Sintesis Kebijakan. 2007. Pemanfaatan dan konservasi ekosistem lahan rawa gambut di Kalimantan. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 1 (2):149-156.
- Wahyunto, K. Nugroho, S. Ritung, and Y. Sulaiman. 2014. Indonesian peatland map: method, certainty, and uses. Hlm:81-96. *Dalam* Wihardjaka *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional: Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi. Balitbangtan, Kemtan. Jakarta, 18-19 Agustus 2014.
- Wayan, S. 2005. Potensi dan prospek lahan rawa sebagai sumber produksi pertanian. *J. Analisis Kebijakan Pertanian* 3(2):141-151.
- Widjaya-Adhi, I. P. G., K. Nugroho, D. A. Suriadikarta, dan A. S. Karama. 1992. Sumberdaya lahan rawa: potensi, keterbatasan dan pemanfaatan. Hlm. 1-18. *Dalam* Partohardjono, dan Syam (Eds.). Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Cisarua, 3-4 Maret 1992. Puslitbangtan, Bogor.
- Widjaya-Adhi, I. P. G. 1997. Pengelolaan lahan rawa dan gambut untuk usahatani dalam pembangunan berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. *Jurnal Alami* 2(1):28-35.

POTENSI, KENDALA DAN PELUANG RAWA PANTAI UNTUK PENGEMBANGAN PERTANIAN

Wahida Annisa., dan Muhammad Alwi
Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
Jln. Kebun Karet P.O.Box 31, Loktabat Utara,
Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70712
annisa_balittra@yahoo.com

Ringkasan

Rawa pantai terbentuk dari endapan aluvial mineral mentah atau gambut dengan suasana tawar atau masin di dataran rendah yang berdrainase buruk. Tanah salin dijumpai di daerah pasang surut yang berbatasan dengan garis pantai. Suasana salin akibat pengaruh air masin/laut menyebabkan terbentuknya tanah berpirit atau tanah gambut (mentah) dengan substratum (lapisan bawah) berupa lapisan pirit. Masalah salinitas terjadi ketika jumlah garam terlarut dalam tanah cukup tinggi. Penimbunan garam di daerah perakaran mempengaruhi kemampuan tanaman menyerap air. tanah gambut di daerah pantai umumnya mempunyai taraf kematangan fibrik-hemik dan sangat jarang ada gambut yang matang (saprik). Tanah gambut hemik dan fibrik ini sangat mudah melarutkan air secara lateral akibat pematangan yang sangat lambat. Sedangkan lahan sulfat masam di daerah pantai memiliki tanah bertekstur lempung dan apabila sudah matang mempunyai daya kohesi yang sangat kuat dan tidak balik bila dibasahkan. Kendala yang dihadapi dalam pengembangannya adalah meliputi: genangan air dan kondisi fisik lahan, kemasaman tanah dan asam organik pada lahan gambut yang tinggi, mengandung zat beracun dan intrusi air laut. Kondisi salinitas yang tinggi dengan tata air yang buruk dapat menyebabkan hilangnya kesuburan tanah secara permanen. Potensi lahan salin di Indonesia diperkirakan mencapai 0,50 juta hektare. Keberhasilan dan keberlanjutan pengembangan pertanian di lahan ini ditentukan salah satunya oleh kemampuan sumberdaya manusia dan rekayasa kelembagaan yang efektif dan efisien. Oleh karena itu, dalam pengembangan pertanian di lahan rawa harus menyesuaikan dengan tipologi lahan dan tipologi luapan karena kedua faktor ini sangat menentukan keberhasilan budidaya tanaman. Selain itu juga perlu penggunaan varietas tanaman yang toleran terhadap kondisi salin maupun pengaturan waktu tanam. Kedepan lahan ini menjadi sangat strategis dan penting bagi pengembangan pertanian sekaligus mendukung ketahanan pangan dan usaha agribisnis. Selain untuk pertanian, lahan ini juga dapat dimanfaatkan untuk tambak dan hal lainnya sesuai kebutuhan masyarakat sekitar.

Pendahuluan

Rawa dapat terjadi di berbagai tempat, baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi yang berdrainase buruk. Permasalahan utama di lahan rawa adalah keberadaan gambut dan sulfat masam potensial keduanya stabil pada suasana reduktif (kondisi alami hutan rawa). Pengalihfungsian rawa untuk produksi biomassa yang dibudidayakan melalui pembukaan lahan dan pembuatan saluran drainase dapat menyebabkan perubahan suasana reduktif kearah oksidatif yang disertai oleh pemasaman tanah (Maas, 2014a). Lahan rawa pasang surut awalnya adalah rawa pantai yang bermuara di muara sungai besar dan dipengaruhi oleh ayunan pasang surut air laut. Berdasarkan pengaruh air pasang surut, menurut Subagyo (2006a) bahwa bagian daerah aliran sungai dibagi menjadi tiga zona yaitu: (1) Zona I yang merupakan wilayah rawa pasang surut air asin/payau, (2) Zona II yang merupakan wilayah rawa pasang surut air tawar, dan (3) Zona III yang merupakan wilayah rawa lebak atau rawa non-pasang surut. Gelombang pasang yang terjadi dalam jangka waktu lama menyebabkan kondisi tanah reduktif dengan air mengandung salinitas tinggi (Shaaban *et al.*, 2013). Maas (2014b) melaporkan bahwa lahan salin sering dijumpai di daerah pantai dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut baik melalui sungai maupun pengaruh pasang surut yang melebar ke arah depresi alluvium rawa dengan intrusi air laut yang bervariasi dari garis pantai sampai ke daerah pedalaman yang tergantung dari: (1) hidrotopografi lahan; (2) besarnya discharge dari sungai yang bermuara di laut tersebut serta (3) amplitude ayunan pasang surut. Tanah di daerah ini bersuasana payau sampai masin dengan tumbuhan penutup berupa hutan bakau sampai nipah. Garam-garam tersebut terkumpul di daerah cekungan bersama air rembesan atau aliran permukaan ataupun ditempat yang lebih tinggi akibat evaporasi. Tingginya mobilitas dari garam-garam yang mudah larut menyebabkan sifat tanah berubah-ubah. Subagio (2006b) melaporkan bahwa ada dua jenis tanah utama di wilayah pasang surut yaitu: tanah gambut dan tanah mineral (jenuh air).

Gambut merupakan tanah isian bagian cekung dari rawa, berasal dari bahan organik yang terhambat dekomposisinya akibat kekurangan oksigen, yang mana laju deposisi lebih cepat daripada laju dekomposisi. Pembentukan gambut di wilayah rawa pantai di Indonesia diperkirakan hampir bersamaan dengan proses akreasi yang membentuk wilayah pulau-pulau delta di rawa pasang surut. Pembentukan gambut pantai dimulai dengan akumulasi bahan organik di daerah belakang tanggul sungai (*levee*) yaitu daerah

back swamp. Hardjowigeno (1996) mengatakan bahwa pada saat proses pembentukan gambut dan saat gambut belum tebal, akar-akar tanaman masih dapat mengambil unsur hara dari tanah mineral di bawahnya yang subur dan masih mendapat tambahan unsur hara dari luapan air sungai. Gambut pantai pada umumnya tergolong ke dalam eutropik karena adanya endapan pengaruh luapan air pasang surut yang mengandung bahan terlarut menyebabkan tanah gambut di daerah ini memiliki tingkat kesuburan yang tinggi. Tingginya kandungan basa-basa pada gambut *eutrofik* disebabkan pada proses pembentukannya dipengaruhi oleh air payau (campuran air laut dan air sungai). Berdasarkan proses pembentukannya, gambut dapat dibedakan menjadi: (1) gambut ombrogen adalah gambut yang pembentukannya dipengaruhi oleh curah hujan, (2) gambut topogen adalah gambut yang pembentukannya dipengaruhi oleh keadaan topografi (cekungan) dan air tanah, dan (3) gambut pegunungan yang terbentuk di daerah dataran tinggi. Kualitas gambut ditentukan oleh tebal dan tingkat dekomposisinya. Semakin tebal akan semakin kurang baik daya dukungnya (secara fisik maupun kimia) dan gambut yang mentah berkualitas lebih buruk dibandingkan gambut yang matang. Sedangkan apabila suasana pembentukan rawa adalah marin, maka reduksi besi dari bahan sedimen dan reduksi sulfat yang terdapat dalam air laut dan membentuk senyawa yang disebut pirit. Tanah sulfat masam potensial (SMP) atau Sulpaquent terbentuk apabila kandungan pirit $>0,75\%$ karena bahan alkalinitas pada lingkungan tersebut tidak cukup menetralkan keasaman yang ada dalam pirit, sedangkan bilamana pirit teroksidasi dan bersifat sangat masam yang disertai bercak jarosit yang terbentuk tanah sulfat masam aktual (SMA) atau Sulfaquept (Maas, 2014a).

Tanah sulfat masam terdapat di daerah rawa bertanah mineral yang dalam proses pengendapan-nya berlangsung di daerah pantai (*sedimen marin*) yang kaya akan bahan organik, sulfat dan besi. Interaksi antara besi dan sulfat ini membentuk pirit (FeS_2). Proses pengendapan yang berlangsung ribuan tahun ini berkaitan dengan perubahan lingkungan global bumi. Menurut perkembangan tanah (pedogenesis), tanah sulfat masam mengalami perubahan secara bertahap disebut dengan pematangan. Ayunan pasang yang kuat disertai dengan penggelontoran, khususnya pada kawasan tropika, menentukan tinggi rendahnya kadar pirit yang terbentuk (Pons *et al.*, 1982). Tanah sulfat masam memiliki sifat-sifat khas yang dicirikan oleh satu atau beberapa hal berikut, yaitu: (1) mengandung bahan sulfidik (lapisan pirit yang belum teroksidasi), (2) memiliki horison sulfurik pada kedalaman

0-50 cm, (3) terdapat bercak jarosit antara kedalaman 50-150 cm akibat dari proses oksidasi pirit yang berlangsung cepat akan membentuk mineral jarosit berupa bercak-bercak karatan berwarna kuning jerami, dan (4) mengandung bahan-bahan penetral berupa karbonat atau basa-basa tertukar lainnya.

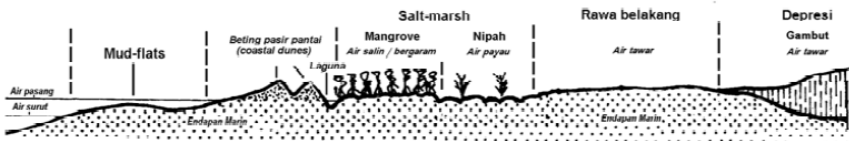
Potensi rawa pantai

Indonesia memiliki lahan rawa terluas di kawasan tropika dengan bahan sedimen yang terdiri atas tanah mineral, tanah gambut, atau kombinasi keduanya. Menurut Subagyo (2006a) bahwa penyebaran lahan rawa dominan di dataran rendah sepanjang pantai di daerah Sumatera, Kalimantan, Papua dan Sulawesi. Di daerah Sumatera penyebaran lahan rawa secara dominan terdapat di dataran rendah sepanjang pantai timur terutama di Provinsi Riau, Sumatera Selatan dan Jambi serta dijumpai lebih sempit di Provinsi Sumatera Utara dan Lampung. Di Kalimantan penyebarannya dominan di dataran rendah sepanjang pantai barat, termasuk wilayah Provinsi Kalimantan Barat, pantai selatan dalam wilayah Provinsi Kalimantan Timur dan sedikit di Kalimantan Selatan. Di Papua penyebaran lahan rawa yang terluas terdapat di dataran rendah sepanjang pantai selatan, termasuk wilayah Kabupaten Fakfak dan pantai tenggara dalam wilayah Kabupaten Merauke. Sedangkan di Sulawesi, penyebaran lahan rawa hanya di dataran pantai yang sempit di Kabupaten Mamuju, kemudian di sekitar Teluk Bone, sepanjang pantai timur laut Palopo dan sedikit di pantai selatan Kabupaten Tolitoli di sekitar Teluk Tomini.

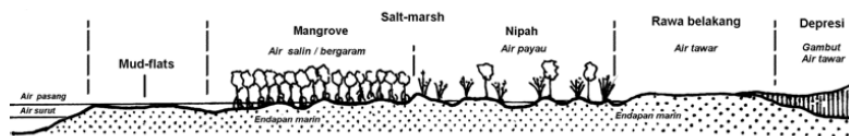
Rawa pantai merupakan lahan basah yang masih kuat pengaruh pasang surut air asin/laut dan sering disebut sebagai *tidal wetlands* dan termasuk ke dalam Zona I wilayah lahan rawa. Lahan pada zona ini dipengaruhi oleh masuknya air asin/payau ke arah hulu dari muara sungai, tergantung dari bentuk estuari, yaitu bagian muara sungai yang melebar berbentuk V ke arah laut, dimana gerakan pasang dan surut terjadi. Secara garis besar intrusi air laut ini, dapat hanya <10 km dari garis pantai sampai menjorok cukup jauh ke pedalaman (60 km), tergantung dari hidrotopografi lahan. Jika estuari berbentuk lebar dan lurus pengaruh air asin/salin mencapai 10-20 km dari muara sungai besar, namun apabila relatif sempit dan berkelok, pengaruhnya hanya mencapai jarak 5-10 km dari muara sungai. Di bagian muara sungai, pada saat air sungai yang memiliki pH 5-6 bertemu dengan air laut yang memiliki pH alkalis sekitar 7-9 mengakibatkan menjonjotnya muatan sedimen sungai berupa bahan halus, liat sampai debu halus membentuk gumpalan-gumpalan kecil dan mengendap di dasar laut. Proses pengendapan

ini berlangsung terus-menerus membentuk dataran lumpur (*mudflats*) yang muncul sewaktu air surut dan tenggelam di bawah air sewaktu air pasang. Tumbuhan yang toleran air asin yang tumbuh dan berkembang di atasnya seperti bakau (*mangrove*), api-api (*Avicennia* sp) yang mengakibatkan semakin bertambahnya sedimen, sehingga dataran lumpur terbangun secara vertikal semakin tinggi menjadi dataran rawa pasang surut/*tidal marsh* atau *salt marsh*.

Rawa pantai merupakan bagian dari wilayah rawa pasang surut terdepan, yang berhubungan langsung dengan laut dan menempati bagian terdepan dan pinggiran pulau-pulau delta serta bagian tepi estuari dan dipengaruhi langsung oleh pasang surut air laut/salin. Sebagian besar daerah ini termasuk ke dalam landform marin yang diilustrasikan pada gambar 1a dan 1b. Nugroho *et al.* (1992) melaporkan bahwa luas lahan salin di Indonesia mencapai 0,44 juta hektare, tetapi semakin berkurangnya daya konservasi lahan terhadap kawasan tersebut maka luas lahan salin semakin bertambah. Diperkirakan luas lahan salin saat ini lebih dari 0,50 juta hektare.



Gambar 1a. Penampang skematis Zona I Wilayah Rawa Pantai



Gambar 1b. Penampang skematis Zona I Wilayah Rawa Pantai pada bagian yang terlindungi dalam estuary atau teluk Sumber: Subagyo (2006)

Menurut Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010) tanah di lahan rawa dimasukkan dalam kelompok besar (*great group*) (1) tanah alluvial marin (*Sulfaquent*, *Sulfaquept* *Hydraquent*, *Fluvaquent*), (2) tanah alluvial sungai (*Endoaquent*, *Endoaquept*), dan (3) tanah gambut (*Haplofibrist/hemist*, *Sulfohemist/saprist*, *Sulfohemist/saprist*). Dari ketiga kelompok besar tanah tersebut, kelompok tanah alluvial marin banyak ditemukan pada tipologi rawa pasang surut dan rawa pantai, sedangkan kelompok tanah gambut banyak ditemukan baik rawa pasang surut maupun rawa lebak, dan sedikit

di tipologi rawa pantai. Menurut Hardjowigeno dan Rayes (2005) bahwa tanah-tanah pantai yang salin umumnya tidak termasuk *Haplaquent* karena kadar garamnya tidak menurun.

Rawa pantai memiliki tanah yang terdiri atas bahan endapan mineral bersuasana marin dan gambut pantai. Mengingat suasana endapan yang bersifat marin, kaya bahan organik dengan iklim tropis mengakibatkan terbentuknya tanah yang mengandung bahan sulfidik dan mentah. Menurut klasifikasinya tanah di rawa pantai disebut tanah *Haplaquent*, dan apabila endapannya adalah mineral disebut *Sulfaquent*, sedangkan apabila endapannya adalah gambut disebut *Sulfohemist* (Maas, 2014b).

Tanah-tanah rawa pada dasarnya merupakan tanah marginal untuk budidaya tanaman yang disebabkan beberapa hal yaitu: (a) bahan induk miskin hara; (b) bersuasana anaerob; (c) banyak yang bergambut tebal, berpirit, dan bila dialih fungsikan akan terusik mengeluarkan zat-zat yang dapat meracuni tanaman (sulfida, besi fero, dan asam-asam organik) yang ditandai oleh menurunnya nilai pH. Menurut Maas (2014c) bahwa ada beberapa faktor lingkungan yang harus dipenuhi untuk pembentukan rawa yaitu: (1) daerah cekungan, (2) air tergenang sepanjang tahun, (3) kondisi reduktif, akibatnya kebutuhan oksigen untuk aktivitas jasad renik tidak terpenuhi, sehingga proses dekomposisi berlangsung lambat, dan (4) adanya endapan lempung (bahan mineral halus) yang berasal dari daerah hulu serta bahan organik dari tumbuhan setempat dan dalam satuan kawasan rawa pasang surut terdapat sekitar 10-20% wilayah tipe luapan A, 20-30% wilayah tipe luapan B dan D dan 60-70% wilayah tipe luapan C.

Lahan rawa dibedakan ke dalam tiga zone berdasarkan batas pengaruh air pasang surut pada musim hujan dan pengaruh air salin (payau) pada musim kemarau, yaitu: (1) rawa pasang surut air payau (salin), (2) rawa pasang surut air tawar, dan (3) rawa nonpasang surut. Menurut ayunan pasang surut air laut yang mempengaruhi sungai dan luapan sungai tersebut pada lahan, Widjaya-Adhi (1997) membagi lahan rawa menjadi: (1) tipe luapan A yaitu lahan yang selalu terluapi air pasang, baik saat pasang besar maupun pasang kecil. Lebih lanjut dipilahkan kembali menjadi lahan rawa yang terpengaruh air laut dan lahan rawa yang tidak terpengaruh air laut. Bila kesesuaiannya memenuhi syarat, lahan dengan tipe ini dapat dijadikan sebagai daerah pertanian dengan $IP > 200$; (2) tipe luapan B yaitu lahan yang hanya terluapi saat pasang besar dan umumnya bebas air payau/asin. Dilihat dari sifat tanah dan kendalanya dalam pengembangan pertanian, lahan rawa dibagi dalam 4 (empat) tipologi

lahan, yaitu: (1) lahan potensial, lahan dengan kendala yang lebih ringan dibandingkan tipologi lainnya; (2) lahan sulfat masam, lahan dengan kendala yang lebih berat karena pirit berada pada kedalaman antara 50-100 cm dan sebagian lagi pada kedalaman > 100 cm dengan pH tanah <4,5 dan kadar besi yang tinggi, (3) lahan gambut karena adanya lapisan gambut pada lapisan atas setebal > 50 cm dengan kadar bahan organik >20% dan (4) lahan salin karena memiliki kendala berupa salinitas akibat intrusi air laut dan umumnya tekstur pasirian karena berada pada dataran pantai (*coastal plain*). Proses salinisasi tidak hanya akibat curah hujan yang urang untuk melarutkan dan mencuci garam, tetapi juga karena penguapan (evaporasi) yang cepat menyebabkan terkumpulnya garam dalam tanah. Drainase buruk mengakibatkan evaporasi lebih besar daripada perkolasi dan faktor utama berlangsungnya proses salinisasi. Hu dan Schmidhalder (2004) melaporkan bahwa tanaman di tanah salin sering mengalami plasmolisis akibat kadar garam yang tinggi, sehingga sel tanaman mengkerut yang disebabkan oleh gerakan osmotik dari air melalui dinding sel ke arah larutan yang berkonsentrasi kadar garam tinggi.

Ditinjau dari *soil ripeness* (kematangan tanah), tanah di lahan rawa pantai umumnya bervariasi dari mentah (*unripe*) sampai setengah matang (*halfripe*) karena merupakan tanah yang semula berasal dari dataran lumpur, yang karena secara periodik terbuka di udara mengalami proses pematangan awal. Tanah yang tingkat perkembangannya masih muda ini mempunyai sifat Hidrik yaitu memiliki kandungan air yang relatif tinggi dengan kandungan liat $\geq 8\%$. Pada bagian atas profil tanah (*upper layers*) umumnya menunjukkan bahwa tanah telah mengalami oksidasi setebal 25-50 cm dengan tekstur liat berdebu dan berwarna kelabu sampai coklat kekelabuan tua. Ciri khas tanah yang terbentuk dari endapan marin adalah keberadaan mineral besi-sulfida yang berukuran halus yang disebut pirit. Sedangkan lapisan tanah bawah (*subsoil*) sudah tereduksi dengan tingkat kematangan mentah sampai setengah matang dan tekstur liat berdebu serta berwarna kelabu gelap sampai sangat gelap. Tanah berpirit terbentuk pada daerah yang bersuasana salin (pengaruh air laut). Pirit menjadi tidak stabil dengan kehadiran O_2 , sehingga merubah kelarutan Fe^{3+} dan SO_4^{2-} menjadi jarosit atau goethite, tetapi bagaimanapun juga hasil akhir dari oksidasi pirit ini adalah terbentuknya ion H^+ yang akan menurunkan pH tanah (Breemen dan Buurman, 2002). Sedangkan tanah gambut relatif terbentuk pada suasana tawar yang tidak matang yakni pada bagian rawa belakang yang bersifat memasamkan tanah. Secara umum definisi tanah gambut adalah tanah yang jenuh air dan tersusun dari bahan

organik, yaitu sisa-sisa tanaman dan jaringan tanaman yang melapuk dengan ketebalan ≥ 50 cm. Menurut Noor dan Heyde (2007) bahwa tanah gambut disebut juga *bog, fen, peatland*. Sedangkan gambut yang terbentuk di sepanjang garis pantai disebut gambut dataran pesisir/pantai (*coastal peat*) (Rieley *et al.*, 1992; Agus dan Subiksa, 2008).

Di daerah pantai proses pembentukan gambutnya disebabkan oleh topografi daerah cekungan, yang dimulai dari adanya danau dangkal yang secara perlahan ditumbuhi oleh tanaman air dan vegetasi lahan basah. Tanaman yang mati dan melapuk secara bertahap membentuk lapisan yang kemudian menjadi lapisan transisi antara lapisan gambut dengan substratum (lapisan di bawahnya) yang berupa tanah mineral. Tanaman berikutnya tumbuh pada bagian yang lebih tengah dari danau dangkal ini dan membentuk lapisan-lapisan gambut, sehingga danau tersebut menjadi penuh. Bagian gambut yang tumbuh mengisi danau dangkal tersebut disebut dengan gambut topogen relatif subur (*eutrofik*) karena adanya pengaruh tanah mineral. Bahkan pada waktu tertentu, misalnya jika ada banjir besar, terjadi pengkayaan mineral yang menambah kesuburan gambut tersebut. Pada tanah gambut eutropik rata-rata kandungan Ca adalah sekitar 2% dengan kandungan Mg sekitar 0,3%. Untuk membedakan batas tanah yang berkembang di bawah pengaruh air laut atau yang tergantung air hujan digunakan rasio Ca/Mg (Lucas, 1982). Lahan gambut di daerah pantai pada umumnya memiliki tingkat kematangan fibrik sampai hemik dan sangat jarang ditemui gambut dengan tingkat kematangan saprik. Tanah gambut fibrik sampai hemik ini bersifat sangat porous, sehingga air sangat mudah hilang serta proses pematangannya juga sangat lambat. Gambut akan stabil bila kondisinya reduktif dan cenderung mudah mengurai dan bersifat hidrofobik bila diubah menjadi kondisi oksidatif.

Tipologi lahan salin terletak pada bagian “dataran bergaram” yang ditumbuhi bakau/mangrove karena pengaruh air laut pasang, sehingga tanahnya bersifat salin dengan reaksi alkalis ($\text{pH} > 7,5$) dengan salinitas tinggi atau kadar garam yang tinggi. Muharam dan Saefudin (2016) melaporkan bahwa permasalahan yang dihadapi pada tanah salin meliputi: (1) tekanan osmotik tanaman yang rendah, (2) unsur hara N dan K rendah, (3) kandungan Na^+ tinggi dan (4) nilai pH tanah tinggi. Pada daerah yang dipengaruhi air payau, reaksi tanah umumnya mendekati netral (pH 6.5 sampai 7.5) karena pengaruh air tawar dengan kandungan garam lebih rendah dan merupakan wilayah tipologi lahan agak salin.

Kendala yang dihadapi dalam Pengembangan Rawa Pantai

Pengembangan lahan rawa untuk pertanian mempunyai berbagai kendala baik aspek biofisik maupun sosial ekonomi dan kelembagaan. Masalah yang sering muncul berkaitan dengan kinerja interaksi dari sumberdaya alam dan manusianya. Menurut Widjaya-Adhi *et al.* (1992) bahwa lahan rawa tergolong ekosistem yang marginal serta fragile, sehingga untuk menjadikan lahan produktif diperlukan perencanaan yang cermat dan hati-hati dalam pengembangan pertanian di lahan rawa dalam satu kawasan luas melalui pemanfaatan dan penerapan teknologi yang spesifik lokasi dalam pengelolaan air dan tanah, karena kekeliruan dalam pengelolaannya menyebabkan menurunnya kualitas terutama keharaan dan kemasaman yang berakibat makin luasnya lahan tidur bermasalah.

Ada beberapa faktor penyebab degradasi pada lahan rawa yaitu: (1) reklamasi lahan dengan membangun saluran drainase dimensi besar, sehingga memungkinkan terjadinya drainase yang berlebihan (*over drain*) yang mengakibatkan pirit teroksidasi dan gambut mengering tak balik (*irreversible drying effect*), (2) penerapan sistem pemanfaatan lahan yang tidak memperhatikan tipologi lahan dan tipe luapan, dan (3) pembakaran gambut berakibat munculnya tanah sulfat masam yang umumnya berada di bawahnya. Degradasi pada tanah sulfat masam terjadi proses pemasaman tanah dan air sebagai akibat oksidasi pirit serta pencucian basa-basa sebagai dampak dari pencucian asam. Pemasaman yang terjadi ada dua yaitu (1) pemasaman insitu yakni pada kondisi tereduksi (tergenang air) pirit stabil, namun pada saat permukaan air tanah (*ground water*) menurun melebihi kedalaman pirit mengakibatkan pirit teroksidasi dan tanah menjadi masam; dan (2) pemasaman akibat aliran air masam yang berasal dari tempat-tempat yang telah mengalami pemasaman. Sebagai contoh pemasaman yang disebabkan oleh aliran air yang berasal dari hutan skunder yang telah mengalami pemasaman akibat reklamasi dan aktivitas manusia dalam hutan tersebut. Pada suasana marin seringkali gambut tercampur dengan koloid anorganik yang mengandung pirit, sehingga sumber potensi kemasamannya dapat terdiri atas asam organik dan asam sulfat. Sedangkan pada bagian sub-landform rawa pantai terbentuk “dataran bergaram” (*salt-marsh*) baik yang dipengaruhi air asin/salin maupun air payau dan memiliki kadar garam tinggi yang tidak sesuai untuk dikembangkan menjadi kawasan pertanian, sehingga tidak dilakukan reklamasi baik oleh penduduk maupun pemerintah.

Lahan rawa yang baru direklamasi umumnya mempunyai ion dalam bentuk terlarutkan yang umumnya nilai DHL $>3.000 \mu\text{S}$. Pada musim kemarau dimana proses pengenceran oleh air hujan tidak terjadi, sedangkan evaporasi terus berlangsung dan air tidak mengalir/bergerak mengakibatkan meningkatnya nilai DHL tanah. Salinitas didefinisikan sebagai adanya garam terlarut dalam konsentrasi yang berlebihan di larutan tanah. Batas toleransi tanaman terhadap nilai DHL sekitar $4000 \mu\text{S}$. Salah satu penyebab tingginya nilai DHL air adalah terjadinya penyusupan air laut, tetapi tidak diikuti dengan penurunan nilai pH. Suasana kahat oksigen dengan ketersediaan sumber karbon (energi) menyebabkan kegiatan jasad renik mampu mereduksi komponen tanah dalam proses respirasinya. Muharram (2011) melaporkan bahwa pengaruh salinitas (NaCl) terhadap tanaman mencakup tiga aspek yaitu: mempengaruhi tekanan osmosis, keseimbangan hara dan bersifat racun. Selain itu juga keberadaan NaCl dengan konsentrasi tinggi berpengaruh terhadap sifat tanah, yang selanjutnya berdampak terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan kepekatan larutan yang cukup pekat mengakibatkan terjadinya plasmolisis. Banyaknya Na^+ di dalam tanah menyebabkan menurunnya ketersediaan unsur Ca^{2+} , Mg^{2+} dan K^+ yang diserap tanaman. Salinitas ini juga mengakibatkan penurunan serapan P dan meningkatnya kandungan Cl^- serta menurunnya kandungan NO_3^- dalam tajuk.

Masalah fisiko-kimia lahan dalam pengembangan tanaman pangan di lahan pasang surut meliputi : genangan air dan kondisi fisik lahan, kemasaman tanah dan asam organik pada lahan gambut tinggi, mengandung zat beracun dan intrusi air garam, kesuburan alami tanah rendah dan keragaman kondisi lahan tinggi. Genangan air menjadi kendala pengembangan terutama pada lahan pasang surut bertipe luapan A karena keadaan topografinya menyulitkan pembuangan air berlebih. Tingginya kemasaman tanah yang ditunjukkan oleh rendahnya pH tanah mempengaruhi keseimbangan reaksi kimia dalam tanah dan ketersediaan unsur haranya terutama fosfat. Zat beracun yang umum dijumpai di lahan pasang surut adalah aluminium (Al), besi (Fe), hidrogen sulfida (H_2S) dan air garam atau natrium. Keracunan Al biasanya terjadi pada kondisi tanah kering dan disertai dengan kahat P, karena P diikat menjadi aluminium fosfat yang tidak larut. Besi ferro biasanya terdapat berlebihan pada lahan sulfat masam yang tergenang air. Konsentrasi besi ferro setelah penggenangan pada tanah sulfat masam lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi besi ferro sebelum digenangi. Bahan organik berperan dalam melepaskan Fe^{2+} di tanah tergenang karena dalam proses reduksi di tanah

tergenang bahan organik merupakan substrat bagi mikroba pereduksi besi ferro. Hasil penelitian Satawathananont *et al.* (1991) menunjukkan penurunan nilai potensial redoks menjadi -50 mV pada budidaya padi di tanah sulfat masam di Thailand akan meningkatkan proses reduksi, sehingga konsentrasi besi ferro meningkat. Theresa (2002) melaporkan bahwa penggenangan pada tanah sulfat masam akan meningkatkan kapasitas adsorpsi P meningkat. Pada kondisi reduktif besi ferro yang akan dihasilkan memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan kristal oksida, sehingga adsorpsi P meningkat. Luas permukaan dan kristalisasi merupakan indikator terbaik terhadap kapasitas retensi P. Sedangkan pada tanah gambut, kadar P berhubungan terbalik dengan penambahan jeluk, yakni semakin dalam jeluk tanah gambut, semakin berkurang kadar P (Suryanto, 1994; Saragih, 1996; Salampak 1999). Penurunan kadar P tersebut disebabkan pada lapisan tanah yang lebih dalam biasanya tingkat dekomposisinya lebih muda, sehingga kadar P dalam tanah gambut lebih rendah. Nilai pH tanah gambut di daerah pantai tidak dapat menjadi sangat rendah karena disangga oleh air laut sehingga proses polimerisasi dari gugus fenolik tidak terjadi. Andriesse (1988) melaporkan bahwa derajat kemasaman gambut yang berada di sekitar kubah lebih tinggi dengan pH rata-rata 3,3 dibandingkan dengan gambut yang berada di kawasan pinggir atau mendekati sungai yang mempunyai pH rata-rata 4,3. Hal ini berkaitan dengan pengaruh air sungai/payau yang mempunyai pH dan mutu air yang lebih baik. Secara alamiah gambut berusaha mempertahankan dirinya bersuasana reduktif dan hidrofilik, pemaksaan akan menyebabkan daya sangga gambut tersebut terlewati. Hal ini menyebabkan pelarutan bagian gambut, meningkatnya gugus organik fenolik dalam air dan bersuasana masam (Maas, 2014a). Menurut Maas (2014b) bahwa kekahatan unsur mikro seperti: Zn, Cu, dan B yang sering dijumpai. Salah satu penyebabnya karena rendahnya kadar unsur mikro tersebut dalam tanah dan kuatnya ikatan kompleks organik dari unsur mikro tersebut.

Lahan rawa yang telah terdegradasi dan menurun produktivitasnya perlu direhabilitasi terlebih dahulu agar usaha pertanian menjadi lebih efisien dan menguntungkan. Pengalaman menunjukkan bahwa pengelolaan air memegang peranan penting dalam keberhasilan rehabilitasi dan pengelolaan lahan rawa (Adimihardja *et al.*, 2006). Teknologi pengelolaan lahan dan tata air hasil dari beberapa penelitian perlu dikembangkan secara luas. Tata air dengan sistim satu arah (*one-way flow system*) telah dilakukan petani setempat melalui pemanfaatan air pasang. Sistim aliran satu arah merupakan sistim

tata air yang dilakukan dengan cara memasukkan air pasang ke petakan sawah yang diganti setiap dua minggu sekali pada saat pasang besar, berfungsi mencuci bahan beracun dari petakan. Kualitas air di lahan rawa pasang surut dipengaruhi oleh dinamika pasang surut air sungai. Hasil penelitian Hanhart dan Ni (1993) terhadap kualitas air di Delta Mekong Vietnam menunjukkan kualitas air di saluran drainase pada 41 dan 85 hari setelah tanam padi lebih buruk dibandingkan di saluran masuk yang ditunjukkan dengan nilai pH antara 2,6-2,9, aluminium larut 57-148 mg/kg dan kemasaman total berkisar 11-26 mol/l, sedangkan di saluran masuk pH air berkisar 6,3-6,8, aluminium larut berkisar 1,3-7,2 mg/kg dan kemasaman total 0,15-0,56 mol/l. Hal ini mengindikasikan bahwa unsur-unsur meracun tercuci dan terbawa ke saluran drainase, sehingga kualitas air drainase rendah. Pencucian bahan beracun akan berjalan baik apabila terdapat cukup air segar, baik dari hujan maupun dari air pasang serta air hutan. Pencucian tambahan pada akhir musim hujan dengan menggunakan air berkualitas diprediksi dapat menurunkan kandungan pirit dari 3,9% menjadi 2,0%, atau rata-rata sekitar 0,38% per tahun (Van Wijk *et al.*, 1992). Peningkatan produktivitas lahan dan produksi tanaman akan lebih tinggi jika pengelolaan air dikombinasikan dengan pengelolaan tanah melalui pengapuran, pemupukan berimbang dan pemberian ameliorant. Pengapuran merupakan usaha untuk meningkatkan pH tanah. Namun Perubahan pH yang terlalu tinggi dapat pula menyebabkan pendispersian dan pelarutan bahan gambut yang akhirnya meningkatkan akumulasi fenol terlarutkan dalam air.

Prospek Pengembangan Rawa Pantai

Reklamasi lahan rawa diartikan sebagai upaya mengubah lahan rawa alami menjadi lahan usahatani dengan meminimalkan dampak negatif akibat perubahan tersebut. Reklamasi harus mempertimbangkan keberadaan pirit karena teroksidasinya pirit akibat reklamasi mengakibatkan munculnya permasalahan pemasaman tanah dan ketersediaan P yang rendah akibat terikat oleh oksida-oksida besi yang membentuk kompleks binuclear di permukaan dengan tipe adsorpsi $\text{Fe-O-P}(\text{O}_2)\text{-O-Fe}$, sehingga untuk mereklamasi lahan yang memiliki tanah sulfat masam perlu mempertimbangkan tipologi lahan dan tipe luapan air karena kedua faktor ini sangat menentukan keberhasilan budidaya tanaman pangan. Adapun konsep reklamasi ini meliputi upaya pengendalian air, keharaan tanah dan upaya meningkatkan kelayakan tanah

untuk produksi tanaman. Keberhasilan dan keberlanjutan pengembangan pertanian di lahan rawa pantai ditentukan salah satunya oleh kemampuan sumberdaya manusia dan rekayasa kelembagaan yang efektif dan efisien. Anjuran penggunaan lahan secara potensial adalah sebagai berikut (Maas *et al.*, 2014): (1) lahan dengan tipologi luapan A dapat untuk padi sawah 2 kali; (2) lahan dengan tipologi luapan B dapat untuk padi-palawija; (3) lahan dengan tipologi luapan C dan D pada gambut dengan ketebalan <90 cm dapat ditanami padi gogo/palawija/sayuran-bera atau untuk perkebunan; dan (4) lahan dengan tipologi luapan C dan D pada gambut dengan ketebalan 90-200 cm dapat untuk tanaman keras (kebun/hutan).

Selain berdasarkan tipologi lahan dan luapan, pemanfaatan dan pengembangan rawa pantai juga perlu diimbangi dengan perbaikan keharaan dan penurunan kemasaman tanah agar tercipta lingkungan tumbuh yang baik bagi tanaman. Pengembangan lahan rawa secara lestari dan ramah lingkungan harus memperhatikan karakteristik yang spesifik baik dalam dimensi vertikal maupun horizontal dalam satu kelembagaan yang terkoordinasi lintas sektoral, didukung oleh kebijakan dan peraturan perundangan yang tegas dan utuh mengacu pada kearifan lokal, penggunaan teknologi yang spesifik dan dapat diterapkan sesuai dengan daya dukung lahan dengan tetap memperhatikan aspek konservasi lahan serta pemilihan komoditas yang adaptif (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Salah satu upaya yang dilakukan adalah penggunaan tanaman toleran atau adaptif pada kondisi lahan yang mengalami cekaman salinitas. Menurut Mengel dan Kirkby (1979) pengaruh dari salinitas tergantung pada stadia pertumbuhan tanaman. Tanaman padi paling peka pada stadia berbunga dan pembentukan biji. Tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman garam jauh lebih besar selama perkecambahan tanaman (Suwarno dan Solahuddin, 1983).

Contoh pengembangan yang berhasil dan dapat dijadikan pembelajaran adalah pengaturan air dengan mempertahankan muka air pada saluran sebagai tendon air dengan pemasangan tabat pada musim hujan dan pelepasan air melalui pembukaan tabat pada musim kemarau. Seperti yang dituturkan oleh Herman Arif, seorang petani Desa Kemuning, Kecamatan Bunga Raya, Kabupaten Siak, Riau pada Riau Pos bahwa faktor yang paling penting dalam budidaya padi di lahan gambut adalah pengairan karena memberi kesempatan kepada akar untuk berkembang lebih baik. Hasil yang diperoleh masyarakat di daerah ini meningkat dari 3.5 t GKG/ha/musim mencapai 5,0-6,0 t GKG/ha/musim dan dapat bertanam 2 sampai 3 kali setahun. Begitupula di daerah

Kalimantan Tengah tepatnya di Kabupaten Pulang Pisau, masyarakatnya dapat bertanam 2 kali setahun dengan hasil mencapai 3,0–4,4 t GKG/ha/musim.

Pengembangan sistim usahatani di lahan rawa pantai perlu dilakukan melalui pendekatan *holistik* dan *partisipatif* dengan fokus optimalisasi pemanfaatan dan pelestarian sumberdaya. Pendekatan *holistik* mengandung makna bahwa pengembangan sistim usahatani dilakukan dalam suatu sistim terpadu yang sinergi dan serasi antar komponen atau subsistimnya, baik dalam aspek komoditas yang dikembangkan maupun teknologi yang digunakan serta pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pengembangannya. Salah satunya melalui pengembangan industri olahan hasil pertanian perlu dilakukan karena bertujuan terutama untuk meningkatkan nilai tambah, seperti kelapa menjadi kopra dan minyak kelapa atau cabai dan tomat menjadi sambal dan saus serta buah-buahan menjadi selai dan sirup atau buah-buahan dalam kaleng untuk ekspor. Pengembangan agroindustri dapat dilakukan oleh petani dalam skala rumah tangga atau oleh perusahaan besar, seperti industri aneka panganan dan pakan. Dengan demikian tampak bahwa pengembangan lahan rawa untuk pertanian bukan hanya dapat meningkatkan produksi, tetapi juga diversifikasi produksi serta pendapatan dan bahkan pembukaan lapangan kerja. Hal ini merupakan pendekatan *partisipatif* yaitu mengikutsertakan partisipasi masyarakat dan berbagai pihak terkait mulai dari perencanaan sampai kepada pelaksanaannya. Dengan demikian, pihak yang terlibat akan merasa ikut bertanggungjawab terhadap pelaksanaan program atau kegiatan yang terkait dengan pengembangan sistim usahatani tersebut sehingga akan terjalin kerjasama dan rasa kebersamaan untuk saling berupaya mendukung keberhasilannya.

Penutup

Rawa pantai merupakan lahan basah yang masih kuat pengaruh pasang surut air asin/laut dan sering disebut sebagai *tidal wetlands* dan termasuk ke dalam Zona I wilayah lahan rawa. Suasana salin akibat pengaruh air masin/laut menyebabkan terbentuknya tanah pirit (hanya tanah mineral) atau tanah gambut yang relatif tidak matang atau suasana tawar. Masalah salinitas terjadi ketika jumlah garam terlarut dalam tanah cukup tinggi. Penimbunan garam di daerah perakaran mempengaruhi kemampuan tanaman menyerap air. Oleh karena itu pengembangan lahan rawa pasang surut secara lestrai dan berwawasan lingkungan dilakukan dengan pemanfaatan lahan yang bijak melalui pengelolaan lahan harus menyesuaikan dengan tipologi lahan dan

tipologi luapan karena kedua faktor ini sangat menentukan keberhasilan budidaya tanaman yang di didukung oleh pembangunan prasarana fisik terutama jaringan tata air maupun pembinaan sumberdaya manusia dan kelembagaan serta penerapan teknologi spesifik lokasi seperti penggunaan varietas tanaman yang toleran terhadap kondisi salin maupun pengaturan waktu tanam. Kedepan lahan ini menjadi sangat strategis dan penting bagi pengembangan pertanian sekaligus mendukung ketahanan pangan dan usaha agribisnis. Selain untuk pertanian, lahan ini juga dapat dimanfaatkan untuk tambak dan hal lainnya sesuai kebutuhan masyarakat sekitar.

Daftar Pustaka

- Adimihardja, A, K. Subagyo., M. Al Jabri. 2006. Konservasi dan Rehabilitasi Lahan Rawa. Hlm. 229-274. *Dalam* Didi Ardi., U. Kurnia., Mamat, H.S., W. Hartati., D. Setyorini (Eds.). *Karakteristik & Pengelolaan Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Andriessse, J. P. 1988. Nature and Management of Tropical Peat Soils. Hlm. 50-52. *Soil Resources, Management and Conservation Service*, FAO Land and Water Development Division. FAO. Rome.
- Agus, F., dan I. G. M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor, Indonesia.
- BBSDLP. 2014. Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi.. Laporan Teknis 1/BBSDLP/2014. Edisi ke-1. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor: 56 Hlm.
- Bremen, N. V., and P. Buurman. 2002. *Soil Formation*. Second Edition. Kluwer Academic Publishers. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow. 419 Hlm.
- Hanhart, K., and D. V. Ni. 1993. Water management of rice fields at Hoa An, Mekong Delta, Vietnam. Hlm. 161-176. *In* Dent, D. L., and M. E. F. Van Mensvorort (Eds.). *Selected Papers of The Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils*. ILRI Pub. 53. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen. Netherlands.
- Hardjowigeno, S. 1996. Pemanfaatan gambut berwawasan lingkungan. *Alami* 2(1):3-6.
- Hardjowigeno, S., dan M. L. Rayes. 2005. *Tanah Sawah*. Bayu Media Publishing, Malang.
- Hu. Y., dan U. Schmidhalter. 2004. Limitation of Salt Stres to Plant Growth. *In* Bertold Hock, Erich F Elstner, Editor. *Plant Toxicology*. Marcel Dekker. New York. Hlm. 191-224.

- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Strategi Nasional. Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan di Indonesia. Deputi Bidang pengendalian Kerusakan Lingkungan dan Perubahan Iklim. 50 Hlm.
- Lucas, R. E. 1982. Organic Soil (Histosol) formation, physical and chemical properties and management for crop production. Research Report Farm Science. 435 Hlm.
- Maas, A. 2014a. Kendala dan Pengelolaan Lahan Rawa Pantai Untuk Tambak. Hlm. 80-90. *Dalam* Buku Pengelolaan Lahan Rawa Untuk Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
- Maas, A. 2014b. Lahan Rawa sebagai Lahan Pertanian Kini dan Masa Depan. Hlm. 67-79. *Dalam* Buku Pengelolaan Lahan Rawa Untuk Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
- Maas, A. 2014c. Tanah Pertanian Daerah Rawa. Hlm. 1-27. *Dalam* Buku Pengelolaan Lahan Rawa Untuk Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
- Maas, A., Darmanto dan B. Wignyosukarto. 2014. Penyempurnaan Sistem Reklamasi dan pengembangan Jaringan tata Air Mendukung Keberlanjutan Pengembangan Pertanian Di Lahan Rawa. Hlm. 98-114. *Dalam* Buku Pengelolaan Lahan Rawa Untuk Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
- Mengel, K., and E. A. Kirkby. 1978. Principle of Plant Nutrition. International Potash Institute. 335 Hlm.
- Muharam, A., dan A. Saefudin. 2016. Pengaruh berbagai pembenah tanah terhadap pertumbuhan dan populasi tanaman padi sawah (*Oryza sativa*, L) varietas Dendang di tanah salin sawah bukaan baru. *Jurnal Agrotek Indonesia* 1(2):141-150.
- Muharram, A. 2011. Pengujian Toleransi Padi (*Oryza sativa* L) Terhadap Salinitas Pada Fase Perkecambahan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 57 Hlm.
- Noor, Y. R., dan J. Heyde. 2007. Pengelolaan Lahan Gambut Berbasis Masyarakat di Indonesia. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International – Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor.
- Nugroho, K., Alkasuma, Paidi, W. Wahdini, Abdurachman, H. Suhardjo, dan I. P. G. Widjaja-Adhi. 1992. Peta areal potensial untuk pengembangan pertanian lahan rawa pasang surut, rawa dan pantai. Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Pons, L. J., N. Van Breemen, and P. M. Driessen. 1982. Physiography of coastal sediments and development of potential soil acidity. Hlm.1-18. *In* J.A. Kittrick, D. S. Fanning, and L.R. Hossner (Eds.). Acid Sulphate Weathering. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Pub 10.
- Rieley, J. O., G. Siefferman, M. Fournier, and F. Soubies. 1992. The peat swamp forest of Borneo: Theori origin, development, past and present

- vegetation and importance in regional and global environmental processes. In. *Proceedings of the 9th International Peat Congress*, Uppsala, Sweden 1:78-95.
- Salampak. 1999. Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi. *Disertasi*. Program Pascasarjana IPB. Bogor. 171 halaman.
- Saragih, E. S. 1996. Pengendalian Asam-asam Fenolat Meracun dengan Penambahan Fe(III) pada Tanah Gambut dari Jambi, Sumatera. Tesis Program Pascasarjana IPB, Bogor. 172 Hlm.
- Satawathananont, W., H. Patrick, and P. A Moore. 1991. Effect of Controlled Redox Conditions on Metal Solubility In Acid Sulphate Soil. *Plant and Soil* 133:281-290.
- Shaaban, M., M. Abid and R. A. I. Abon-Shanab. 2013. Amelioration of salt affected soils in rice paddy system by application of organic an inorganic amendements. *Plants Soil Environment* 5:227-233.
- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. Eleventh Edition. United States Departement of Agriculture. Natural Resources Conservation Services. USDA. Washington D. C. 869 Hlm.
- Subagyo, H. 2006a. Klasifikasi dan Penyebaran Lahan Rawa. Hlm. 1-23 *Dalam* Didi Ardi., U. Kurnia., Mamat H.S., W. Hartati., D. Setyorini (Eds.). :Karakteristik & Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Subagyo, H. 2006b. Lahan Rawa Pasang Surut. Hlm. 24-98 *Dalam*:Karakteristik & Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Didi Ardi., U. Kurnia., Mamat H.S., W. Hartati., D. Setyorini Editor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Suryanto. 1994. Improvement of the P Nutrient Status of Tropical Ombrogenous Peat Soils from Pontianak, West Kalimantan, Indonesia. Ph.D Thesis. Universiteit Gent. 216 Hlm.
- Suwarno, dan S. Solahudin. 1993. Toleransi varietas padi terhadap salinitas pada fase perkecambahan. *Bull. Agron.* 14(3):1-11.
- Theresa, M. B. 2002. Phosphate adsorbtion by mixed and reduced iron phases in static and Dynamic system. Thesis Submitted To The Departement Of Geology Of Stan
- Van Wijk, A. L. M., I. P. G. Widjaja-Adhi, C. J. Ritsema, and C. J. M. Konsten. 1992. Simulation model for acid sulphate soils, II. Validation and application. Hlm. 357-367. In D. L. Dent, and M. E .F. Van Mensvoort (Eds.). Selected Papers of the Ho Chi Minh City Symp. on Acid Sulphate Soils, Vietnam, March 1992. ILRI publ. 53, Wageningen, The Netherlands.
- Widjaya-Adhi, I. P. G., K. Nugroho., D. A. Suriadikarta., A. Syarifudin. 1992. Sumber daya lahan rawa: Potensi, keterbatasan dan pemanfaatan.

- Risalah. PERNAS Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak, Cisarua 3–4 Maret 1992. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. Hlm. 19–38.
- Widjaja-Adhi, I. P. G. 1997. Pengelolaan lahan rawa dan gambut untuk usahatani dalam pembangunan berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. *Jurnal Alami* 2(1):28-35.

II

KARAKTERISTIK DAN PEMANFAATAN RAWA

KARAKTERISTIK LAHAN RAWA

Arifin Fahmi dan Nur Wakhid

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa Jln. Kebun Karet P.O Box 31,
Lokatabat Utara Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70712

Email: fahmi.nbl@gmail.com

Ringkasan

Lahan rawa dapat diartikan sebagai "daerah paya, rawa, gambut atau air, yang terjadi secara alami atau buatan, bersifat permanen atau sementara, dengan air yang statis atau mengalir, segar, payau atau asin, termasuk area air laut yang tidak lebih dari enam meter". Lahan rawa dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa kriteria sesuai dengan tujuan pengelompokan tersebut, misalnya berdasarkan rejim hidrologinya maka lahan rawa dapat dibedakan atas dua tipologi lahan, yaitu rawa lebak dan rawa pasang surut. Lahan rawa yang berada disekitar dataran banjir daerah pantai seperti lahan rawa pasang surut terbentuk akibat peningkatan muka air laut yang membawa sedimen dan atau aliran sungai yang bermuara ke laut, kemudian mengendap pada daerah sekitar pantai. Sedangkan lahan rawa dataran banjir sungai seperti lahan rawa lebak berkembang melalui proses erosi dan sedimentasi di lahan sekitar sungai. Lahan rawa adalah sebuah kata yang menunjukkan kondisi lahan yang berhubungan dengan keberadaan air sebagai faktor kuncinya, selama sepanjang tahun, atau dalam waktu tertentu keberadaan air secara langsung atau tidak langsung sangat mempengaruhi sifat lahan tersebut. Berdasarkan bahan induknya, tanah di lahan rawa dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu tanah mineral dan tanah gambut, Kedua kelompok ini dapat ditemui di lahan pasang surut maupun di lahan lebak. Tanah gambut adalah sumber daya alam yang bersifat rapuh dan tidak dapat diperbaharui, kerusakan sifat fisiknya seperti kering tak balik akan menyebabkan degradasi sifat-sifat tanah lainnya baik secara kimia maupun biologi. Sesuai namanya, tanah-tanah mineral di lahan pasang surut memiliki sifat yang secara langsung atau tidak langsung dipengaruhi oleh kondisi muka air laut atau sungai-sungai besar. Tanah sulfat masam sebagai salah satu jenis tanah yang dominan, sifat fisik, kimia maupun biologinya akan sangat cepat berubah mengikuti kondisi hidrologis lahan. Pirit sebagai salah satu mineral yang banyak ditemui pada tanah ini memiliki pengaruh yang besar terhadap sifat-sifatnya seperti pH tanah, kadar unsur meracun dan ketersediaan hara.

Pendahuluan

A. Pengertian lahan rawa

Lahan rawa terdapat pada hampir seluruh ekosistem kecuali pada ekosistem padang pasir. Istilah “lahan rawa” lebih umum digunakan dalam bahasa Indonesia sebagai pengganti istilah “lahan basah”, walaupun sebenarnya tidak semua lahan basah dapat dikategorikan sebagai lahan rawa. Sedangkan di Amerika dan Eropa, istilah “lahan basah” menunjukkan kondisi yang sebaliknya yang mana istilah tersebut lebih umum digunakan sebagai pengganti eufimistis untuk istilah “rawa” (*Swamp*). Menurut Clarkson and Peters (2010) *swamps* berarti sebuah lahan yang secara tipikal berupa campuran dari gambut dan mineral yang selalu tergenang dan biasanya relatif subur karena mendapat sedimentasi dari limpasan lingkungan sekitarnya. Menurut *konfrensi Ramsar* lahan rawa adalah “daerah paya, rawa, gambut atau air, yang terjadi secara alami atau buatan, bersifat permanen atau sementara, dengan air yang statis atau mengalir, segar, payau atau asin, termasuk area air laut yang tidak lebih dari enam meter “. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah (PP) No. 27 Tahun 1991 tentang rawa, dinyatakan bahwa rawa adalah lahan genangan air secara alamiah yang terjadi terus menerus atau musiman akibat drainase alamiah yang terhambat serta mempunyai ciri khusus secara fisik, kimia dan biologis, sedangkan menurut PP yang terbaru tentang rawa no. 73 tahun 2013 ditetapkan pengertian lahan rawa adalah wadah air beserta air dan daya air yang terkandung di dalamnya, tergenang secara terus menerus atau musiman, terbentuk secara alami di lahan yang relatif datar atau cekung dengan endapan mineral atau gambut, dan ditumbuhi vegetasi, yang merupakan suatu ekosistem. Berdasarkan uraian di atas maka dapat disyarikan bahwa lahan rawa adalah daerah dimana muka air di tanah berada dekat atau di atas permukaan, tanah yang jenuh air untuk jangka waktu tertentu sehingga kelebihan air dan mengakibatkan kadar oksigen tanah jadi terbatas, hal ini merupakan penentu utama jenis vegetasi dan proses perkembangan tanah. Dalam konteks pembahasan tentang karakteristik lahan rawa, maka permasalahan yang dibahas dalam bab ini lebih difokuskan pada karakteristik tanah gambut dan tanah sulfat masam.

Istilah “*swamp*” atau rawa digunakan untuk menyatakan wilayah atau area yang secara permanen selalu jenuh air, permukaan air tanahnya dangkal,

atau tergenang air dangkal hampir sepanjang tahun, air yang cenderung tidak bergerak atau tidak mengalir (*stagnant*). Air sebagai faktor kunci bagi lahan rawa, secara hidrologis di lahan dapat dipandang dari sudut intensitas, durasi, aliran dan frekuansinya. Berdasarkan sumbernya maka air dapat berasal dari air hujan, air tanah, aliran permukaan dan air pasang. Dalam kondisi alami, rawa ditumbuhi oleh vegetasi dari jenis semak sampai pohon berkayu. Lahan rawa merupakan sebuah bentuk ekosistem yang sangat kompleks, bagian dari bentang alam pada hamparan bumi yang memiliki peran dalam siklus biogeokimia global dan penting bagi ekosistem global. Lahan rawa memiliki biodiversitas yang sangat tinggi, sehingga perlindungan lahan rawa menjadi salah satu kegiatan yang mendesak untuk dilakukan di seluruh dunia.

Dalam kondisi alami, lahan rawa menjadi habitat bagi ikan, ditumbuhi berbagai tumbuhan air, baik sejenis rerumputan, semak maupun berkayu/hutan. Menurut Ponnamperna (1972) lahan rawa memiliki karakteristik yang unik, yang dapat dikenali dengan adanya/kondisi : (a) Terbatasnya molekul oksigen, (b) Penurunan senyawa penerima elektron dan terakumulasinya senyawa-senyawa tereduksi, (c) Teroksidasinya lapisan atas tanah yang tergenang, (d) Terjadinya pertukaran senyawa terlarut antara tanah dan air, (e) Terjadinya akumulasi bahan organik, dan (f) Adanya tumbuhan air.

B. Pembentukan lahan rawa

Lahan rawa merupakan ekosistem yang berada pada daerah transisi di antara daratan dan perairan (sungai, danau, atau laut), yaitu antara daratan dan laut, atau di daratan sendiri, antara wilayah lahan kering (*uplands*) dan sungai/danau. Lahan rawa dapat terbentuk secara alamiah atau buatan, pembentukannya dapat berjalan relatif cepat atau sangat lambat yang memakan waktu ribuan bahkan jutaan tahun. Lahan rawa dapat terbentuk melalui berbagai macam proses, setiap bentang lahan rawa memiliki proses pembentukan yang khas sesuai dengan kondisi lingkungan sekitarnya. Menurut *National Park Service, US Department of Interior* bahwa lahan rawa yang berada di daerah dataran banjir sekitar pantai (*Flooding of coastal lowlands*) seperti lahan rawa pasang surut terbentuk akibat peningkatan muka air laut yang membawa sedimen dan atau aliran sungai yang bermuara ke laut membawa sedimen yang kemudian mengendap pada daerah sekitar pantai. Sedangkan lahan rawa dataran banjir sungai seperti lahan rawa

lebak berkembang melalui proses erosi dan pengendapan sedimen di lahan sekitar sungai.

Pembentukan lahan rawa, lebih tepatnya disebut dalam istilah pembentukan tanah rawa atau genesis tanah rawa, merujuk pada perubahan sifat-sifat tanah rawa seiring waktu yang berjalan, seperti peningkatan atau penurunan kandungan suatu bahan atau mineral dalam horizon tanah, secara kualitas atau kuantitas atau hilangnya suatu lapisan sedimen. Proses genesis tanah yang terjadi seperti proses kimia, biologi dan fisik, dimana semua proses tersebut terjadi secara simultan. Selama proses genesis maka semua sifat tanah seperti kimia, biologi dan fisik mengalami perubahan.

Berdasarkan rejim hidrologinya, lahan rawa dapat dibedakan atas dua tipologi lahan, yaitu rawa lebak dan rawa pasang surut. Lahan rawa lebak berdasarkan lama genangan dan tinggi genangannya dari permukaan tanah dapat di bagi menjadi tiga kelompok, yaitu lebak dangkal dan tengahan. Sedangkan lahan rawa pasang surut berdasarkan luapan pasang dan intensitas drainasenya dapat dibagi menjadi empat tipologi yaitu tipologi A, B, C dan D (Noorsyamsi dan Hidayat, 1976; Widjaja Adhi *et al.*, 1992).

Berdasarkan bahan induknya, tanah-tanah di lahan rawa dapat terdiri atas tanah gambut dan tanah mineral. Tanah sulfat masam terbentuk dalam kondisi tergenang (reduktif) yang ideal untuk pembentukan pirit di daerah/lingkungan sekitar pantai atau rawa mangrove. Prosesnya berupa pengendapan sedimen marin yang berlangsung ribuan tahun, pembentukannya berkaitan dengan perubahan lingkungan bumi, dimana peningkatan permukaan air laut akibat pencairan lapisan es di bagian kutub utara karena peningkatan suhu pada permukaan bumi. Selama era glasial akhir pada periode pleistosen (sekitar 2 juta tahun yang lalu) peningkatan permukaan air laut mencapai 3–4 meter setiap seribu tahun, dan tinggi muka air laut pada periode pleistosen diperkirakan 60 meter di bawah permukaan air laut sekarang. Kemudian pada pertengahan periode pleistosen, permukaan laut mulai menurun dan mencapai titik terendah yang menyebabkan hampir semua daratan tersingkap. Sekitar 12.000 tahun silam sebagian daratan di Indonesia tersingkap, ditunjukkan dengan menyatunya daratan antara Jawa, Bali, Kalimantan, Sumatra dan Palawan. Kemudian sampai pada sekitar 1000 tahun silam permukaan air laut kembali meningkat yang diperkirakan posisinya di atas permukaan laut saat ini (Pons *et al.*, 1982). Bersamaan dengan peningkatan kembali permukaan air laut, terjadilah pembentukan dataran pantai yang disusul dengan sedimen berpotensi masam. Garis pantai mulai bergeser maju (*transgresi*) dengan

meningkatnya sedimentasi dari bagian atas (hulu) membentuk dataran pantai.

Tanah gambut terbentuk dari sisa-sisa makhluk hidup, utamanya tumbuhan yang tidak melapuk sempurna. Menurut Joosten dan Clarke (2002); Rodney dan Ewel (2005), tanah gambut terbentuk akibat laju akumulasi bahan sisa makhluk hidup yang lebih tinggi daripada laju dekomposisinya. Tanah gambut di daerah tropika terbentuk akibat kondisi lingkungan yang anareob sehingga proses dekomposisi berjalan sangat lambat (Rieley dan Page, 2005), sedangkan tanah gambut di daerah beriklim dingin terbentuk karena terhambatnya proses perombakan pada suhu yang rendah. Laju akumulasi gambut di daerah tropika relatif lebih cepat daripada daerah beriklim non tropika. Kecepatan akumulasi gambut di daerah tropis berkisar antara 1–10 mm th⁻¹ (Sorensen, 1993; Maas, 1997) dan sekitar 0,6 – 2,7 mm th⁻¹ (Jaenicke, 2010), sedangkan laju akumulasi gambut pada daerah non tropika berkisar 0,1 – 0,8 mm th⁻¹ (Wust *et al.*, 2007). Berdasarkan beberapa kajian penanggalan karbon (*carbon dating*), gambut di wilayah tropika mulai terbentuk sekitar 2.000 - 10.000 tahun silam. Gambut di sekitar dataran pantai dan sekitar lembah sungai diperkirakan terbentuk berturut-turut sejak 2.000 dan 4.500 tahun yang lalu. Sedangkan gambut di daerah pedalaman terbentuk sejak 6.000 sampai dengan 9.000 tahun silam (Sieffermann *et al.*, 1988; Rieley *et al.*, 1992; Diemont & Pons, 1991).

Gambut di Indonesia mulai terbentuk pada sekitar akhir periode pleistosen dan awal periode halosen atau sekitar 6800 - 4200 tahun lalu (Sabiham, 1988). Pada periode pleistosen, permukaan laut berada sekitar 60 m di bawah permukaan laut sekarang, kemudian pada periode holosen terjadi peningkatan permukaan laut yang menyebabkan daratan sekitar pantai menjadi tergenang sehingga terbentuklah rawa, akibatnya vegetasi pada daerah tersebut mati, kondisi ini menyebabkan dekomposisi sisa tumbuhan tersebut berjalan secara lambat sehingga terjadi akumulasi (Polak, 1975).

C. Karakteristik tanah di lahan rawa

Lahan rawa, secara khusus tidak bisa diartikan bahwa semua lahan yang basah dapat dikategorikan sebagai lahan rawa, hal ini disebabkan kriteria lahan rawa membawa pada konsekuensi kondisi tanah yang jenuh air atau tergenang untuk jangka waktu tertentu. Kondisi tersebut berimplikasi pada hanya jenis tanaman tertentu yang mampu beradaptasi. Ketika tanah menjadi basah, pori-pori tanah mulai terisi air sehingga ketersediaan oksigen menjadi terbatas dan akhirnya tanah menjadi jenuh,

sedangkan pada daerah yang tidak masuk dalam kategori rawa maka air akan cepat di drainase sehingga tanah tidak jenuh. Kondisi jenuh menyebabkan suasana anaerob, reaksi keseimbangan dalam tanah menjadi sangat berbeda dibandingkan tanah yang aerob karena air menjadi faktor utama yang menentukan keseimbangan tersebut, baik secara fisik, kimia maupun biologi.

Lahan rawa adalah sebuah kata yang menunjukkan kondisi lahan yang berhubungan dengan keberadaan air sebagai faktor kuncinya. Berdasarkan posisinya, maka lahan ini selama sepanjang tahun, atau dalam waktu yang panjang dalam setahun (beberapa bulan) tergenang dalam, dangkal, selalu jenuh air, atau mempunyai air tanah dangkal, sehingga secara langsung atau tidak langsung sangat mempengaruhi sifat lahan tersebut.

D. Karakteristik tanah gambut

Lahan gambut adalah sumber daya alam yang bersifat rapuh dan tidak dapat diperbaharui, tingginya biodiversitas sumberdaya alam yang ada di atasnya menjadikan lahan ini berpotensi untuk memberikan manfaat yang besar bagi manusia, sebaliknya potensi ini dapat berubah menjadi sumber bencana bagi kehidupan makhluk hidup jika terjadi kesalahan dalam pemanfaatan dan pengelolaannya. Kerusakan akibat kesalahan kelola akan menyebabkan degradasi lahan secara cepat atau lambat.

Sifat rapuh (*fragile*) yang melekat pada lahan gambut mengandung makna bahwa pemanfaatan dan pengelolaannya harus sangat hati-hati, tidak hanya wilayah sekitar lahan yang menerima dampak dari kerusakannya tetapi seluruh wilayah di muka bumi secara tidak langsung juga berpotensi menerima dampaknya. Lahan gambut atau lapisan gambut dapat berfungsi sebagai sumber hara dan sebagai “*protective sponge*” yang melindungi lapisan tanah di bawahnya dan lahan-lahan di sekitarnya (Rieley *et al.*, 2008; Fahmi *et al.*, 2012; 2014a). Hal ini berarti pengelolaan lahan gambut harus memperhatikan seluruh aspek lingkungan biotik maupun abiotik. Pemanfaatan lahan gambut agar tetap lestari tidak cukup hanya dengan memperhatikan ketebalan gambut tetapi juga harus memperhatikan sifat dari mineral yang berada di bawah lapisan gambut, status hidrologi serta kondisi sosial-budaya masyarakat lokal setempat (Limin *et al.*, 2007; Fahmi *et al.*, 2010; 2014a; Fahmi dan Radjagukguk, 2013).

Pembentukan gambut dipengaruhi oleh banyak faktor sehingga sifat yang dimilikinya adalah hasil interaksi dari setiap faktor pembentukannya. Tanah gambut memiliki sifat yang sangat beragam antar tempat maupun lingkungan, seperti perbedaan ketebalan, derajat dekomposisi bahkan sampai pada tingkat kesuburannya. Perbedaan sifat-sifat tersebut dapat menjadi dasar kriteria pengelompokan gambut. Secara fisik, berdasarkan derajat dekomposisinya maka gambut dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok yaitu gambut saprik, hemik dan fibrik. Secara rinci pengertian dari setiap kelompok tersebut diuraikan di bawah ini :

1. Saprik adalah gambut dengan derajat dekomposisi paling lanjut, kandungan seratnya sebanyak $< 66\%$ berdasarkan volume serat yang berdiameter $> 0,15\text{ mm}$ atau kurang dari $1/6$ bagian dari volumenya, atau mengandung serat. Biasanya berwarna kelabu sangat gelap sampai hitam. Sifat-sifatnya secara fisik maupun kimianya relatif stabil.
2. Hemik adalah gambut dengan derajat dekomposisi tengahan, yaitu kandungan serat antara $33\text{--}66\%$ berdasarkan volume serat yang berdiameter $> 0,15\text{ mm}$ atau tinggal antara $1/6\text{--}3/4$ bagian volumenya, atau.
3. Fibrik adalah gambut dengan derajat dekomposisi awal, kandungan serat masih dapat terlihat sebagian dengan kisaran lebih 66% berdasarkan volume serat yang berdiameter $> 0,15\text{ mm}$ atau masih lebih dari tiga perempat bagian dari volumenya, (Soil Survey Staff, 2014; Andriesse, 1988).

Gambut di daerah tropika terbentuk utamanya dari bahan tumbuhan yang berkayu seperti bagian batang pohon, ranting, dan akar kasar yang masih menunjukkan ciri tumbuhan aslinya. Sifat fisika yang khas merujuk pada karakteristik tanah gambut adalah kemampuan tanah gambut untuk menyimpan/meretensi air yang sangat besar, yaitu antara 200 sampai 1.000 % berdasarkan berat atau 50–90% berdasarkan volume (Andriesse, 1988). Kemampuan ini sangat dipengaruhi oleh derajat dekomposisinya atau kematangan bahan gambut serta kedalaman muka air tanah (Boelter, 1969; Rieley *et al.*, 1996). Daya retensi gambut dengan derajat dekomposisi yang berbeda dapat menjadi bertolak belakang dengan hal tersebut di atas manakala contoh tanah yang diukur berada di atas muka air tanah (*acrotelm*), karena daya retensi gambut terhadap air *acrotelm* dipengaruhi oleh jaraknya terhadap muka air tanah. Hasil penelitian Nurrudin *et al.* (2006) menemukan bahwa kadar air gambut meningkat seiring dengan peningkatan

kedalamannya dari permukaan tanah, yakni pada kedalaman 0 cm, 50 cm dan 100 cm dari permukaan tanah berturut-turut adalah 577 %, 891 % dan 1070 % pada kedalaman muka air tanah 17-25 cm. Pada puncak kubah, fluktuasi muka air tanah karena perbedaan musim dapat mencapai 0,45 m dan pada daerah pinggiran kubah fluktuasi muka air tanah dapat mencapai 0,60 m (Takahashi *et al.*, 2002).

Kadar kelengasan tanah gambut berbeda dengan tanah mineral, kadar lengas gambut yang hilang melalui gaya gravitasi terletak pada potensial matrik 0 sampai dengan -1 kPa, sedangkan tanah mineral berada pada 0 sampai dengan -34 kPa. Volume air yang mudah tersedia (*easily available water*) terletak pada potensial matrik -1 sampai dengan -5 kPa, dan yang tersedia secara potensial berkisar dari -5 sampai dengan -10 kPa (Verdonk *et al.*, 1973). Hasil penelitian Lambert (1995) menunjukkan bahwa tanah gambut dari Kalimantan Barat memiliki rata-rata kadar lengas maksimum 88,5%, kadar air tersedia 13,5% dan yang potensial tersedia berkisar 3% volume. Hasil penelitian Hastuti (1995) pada tanah gambut dari Rawa Pening Jawa Tengah menunjukkan bahwa air yang tidak dapat tersedia mencapai rata-rata 50,4% volume untuk tanah gambut yang dimampatkan pada tekanan 5 kPa. Secara umum dianggap tanah gambut memegang air sangat besar, tetapi sebenarnya hanya sebagian kecil air tersedia bagi tumbuhan dan sebagian besar sisanya berupa air gravitasi dan air yang ditahan sangat kuat oleh partikel-partikel organik gambut (Uomori dan Yamaguchi, 1997).

Berat volume (BV) adalah salah satu sifat fisika tanah gambut yang paling penting dalam perspektif pelestarian lingkungan. Sifat ini biasanya berhubungan dengan berat jenis (BJ), porositas dan daya dukung gambut, sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi berat jenis gambut juga akan mempengaruhi berat volume gambut. Faktor-faktor yang berpengaruh seperti derajat dekomposisi, kadar air, kandungan mineral dan tipe penggunaan lahan (Radjagukguk, 2000; Kurnain 2005). Menurut Brady (1974) serta Bouman dan Driessen (1985) BV gambut dipengaruhi oleh derajat dekomposisinya dimana BV gambut fibrik $< 0,1 \text{ kg dm}^{-3}$ sedangkan BV gambut saprik antara $0,2$ dan $0,3 \text{ kg dm}^{-3}$. Berat volume tanah gambut tropis berkisar ($0,3$ sampai $0,8 \text{ kg dm}^{-3}$) (Cheesman *et al.*, 2012), nilai ini lebih rendah daripada BV tanah gambut nontropis yakni berkisar antara $0,07$ sampai $0,3 \text{ kg dm}^{-3}$. Selain itu, BV tanah gambut akan menurun dengan pertambahan kedalaman (Driessen dan Rochimah, 1977; Radjagukguk, 1993; Riele *et al.*, 1996).

Porositas total tanah gambut berkisar antara 70 sampai 95% (Radjagukguk, 1993; Notohadiprawiro, 1997; Nugroho *et al.*, 1997). Meskipun tanah gambut memiliki porositas total tinggi, sebagian besar pori-porinya berdiameter sangat kecil dan jumlahnya meningkat seiring dengan pertambahan derajat dekomposisi gambut (Bouman dan Driessen, 1985). Porositas dan distribusi ukuran pori menentukan kemampuan mengikat air oleh gambut. Peningkatan derajat dekomposisi akan menurunkan ukuran partikel gambut sehingga semakin luas permukaannya, hal ini akan meningkatkan daya kohesi, konsekuensinya ruang pori akan menjadi lebih sedikit (porositas total menurun). Sebagai contoh, tanah gambut fibrik dapat memiliki porositas total lebih dari 95%, dan tanah gambut saprik kurang dari 80%.

Salah Satu cara mengelompokkan gambut berdasarkan derajat dekomposisi atau kematangannya adalah dengan menentukan kadar serat tanah gambut. Partikel gambut yang dikelompokkan sebagai serat adalah butiran yang tidak lolos ayakan 100 *mesh* atau setara dengan butiran berdiameter > 0,15 mm (Soil Survey Staff, 2014; Andriesse, 1988). Proses dekomposisi gambut mengakibatkan penurunan kadar serat sehingga semakin lanjut derajat dekomposisinya maka kadar seratnya akan semakin menurun. Soil Survey Staff (2014) menggolongkan tingkat dekomposisi bahan gambut berdasarkan atas dua jenis kadar serat, yaitu kadar serat sebelum digosok (*unrubbed fibre content*) dan setelah digosok (*rubbed fibre content*).

Kebanyakan tanah organik akan mengerut ketika dikeringkan dan mengembang ketika dibasahkan, hal ini berhubungan dengan keberadaan air yang diretensinya serta sifat gambut yang berpengaruh terhadap daya retensi tersebut seperti derajat dekomposisinya. Pengerutan gambut menurun dengan meningkatnya berat volume dan menurunnya kadar lengas (Andriesse, 1988; McLay *et al.*, 1992). Menurut Nugroho *et al.* (1997) gambut saprik dapat mengerut 70% atau lebih setelah dipanaskan pada suhu 105 °C. Jika pengerutan hanya disebabkan oleh kehilangan air (*dewatering*), maka sifat mengerut dapat diungkapkan dengan volume spesifik (McLay *et al.*, 1992), dimana volume spesifik tanah gambut menurun ketika lengas dilepaskan atau jumlah lengas yang dikandung oleh tanah gambut berkurang. Menurut Andriesse (1988) dan McLay *et al.* (1992) sifat mengerut merupakan suatu petunjuk penting untuk menduga terjadinya penipisan lapisan gambut (*amblesan*).

Salah satu sifat gambut yang berhubungan dengan sifat mengerutnya gambut ketika kering atau sebaliknya mengembang saat basah adalah kering tak balik (*irreversible drying*). Kondisi yang sangat kering menyebabkan

terjadinya perubahan struktur molekul koloid gambut, dalam kondisi kering maka koloid-koloid saling berinteraksi membentuk struktur yang lebih stabil, hal ini berarti gambut telah bersifat kering tidak dapat balik (hidrofobik), akibatnya afinitas tanah gambut terhadap air sangat rendah. Masganti *et al.* (2002) menyatakan bahwa sifat kering tak balik dari gambut oligotrop di Kalimantan Tengah dapat muncul pada kadar air 73 % untuk gambut hemis dan 55 % untuk gambut sapris dari berat keringnya.

Sifat kimia tanah gambut dipengaruhi oleh banyak faktor, tetapi faktor-faktor tersebut dapat dikelompokkan menjadi sifat gambut itu sendiri (internal) dan kondisi lingkungan sekitarnya (eksternal). Bahan dasar pembentukan dan derajat dekomposisinya adalah faktor internal gambut mempengaruhi sifat kimia tanah gambut, dinyatakan bahwa kandungan hara gambut menurun dan daya retensinya terhadap logam meningkat seiring dengan pertambahan derajat dekomposisi gambut. Berdasarkan bahan induknya maka gambut di daerah tropika berbeda dengan gambut di daerah non tropika, gambut di daerah tropika terbentuk utamanya dari bahan tumbuhan yang berkayu (Rieley *et al.*, 2008), sedangkan gambut di daerah non tropika terbentuk dari bahan *spagnum* sehingga gambut di daerah tropika dirajai oleh senyawa lignin dan turunannya tetapi rendah kandungan selulosa dan hemiselulosa (Andriesse, 1988).

Ekosistem gambut sangat dipengaruhi oleh kondisi hidrologisnya, menurut Schumann dan Joosten (2008) tinggi muka air tanah dan fluktuasinya memiliki peranan kunci terhadap ekosistem gambut. Turunnya muka air tanah menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman karena mempercepat laju mineralisasi dan berpotensi meningkatkan ketersediaan hara, tetapi dapat menyebabkan gambut menjadi kering tak balik (*Irreversible drying*). Sebaliknya kondisi lingkungan yang jenuh air relatif berdampak positif bagi tanah tetapi tidak menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman. Könönen *et al.* (2015) menyimpulkan bahwa perubahan kondisi air tanah menyebabkan perbedaan hasil dari suatu proses dekomposisi sehingga hal tersebut akan berdampak pada kelarutan hara tanah. Selain itu fluktuasi muka air tanah akan berdampak pada kelarutan unsur-unsur yang berifat redoksimorfik, Duddleston dan Kinney (2002) melaporkan bahwa kelarutan Ferro meningkat manakala muka air tanah meningkat.

Gambut tropis oligotrop secara umum memiliki sifat yang kurang menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman, biasanya memiliki kandungan hara yang rendah karena suplai haranya hanya tergantung pada siklus hara di

sekitar ekosistemnya saja. Kadar abu dari gambut tropika berkisar antara kurang dari 1% sampai lebih dari 65% (Rieley *et al.*, 1996). Nilai *electrical conductivity* (EC) gambut pedalaman berkisar dari 40 sampai 100 mScm⁻¹ (Kurnain *et al.*, 2001) sedangkan gambut pantai berkisar 140–320 mS cm⁻¹ (Suryanto, 1994). Kandungan C organik biasanya lebih dari 50%, sedangkan kandungan N total berkisar 2% atau lebih (Kurnain *et al.*, 2001; Melling *et al.*, 2008), di daerah Pangkoh, Kalimantan Tengah diketahui kadar N tanah gambut sebesar 0,75 – 0,83 % (Maas *et al.*, 1997; Fahmi dan Radjagukguk, 2013). Menurut Wust *et al.* (2002) kandungan hara pada lapisan atas gambut tebal lebih rendah daripada gambut tipis. Gambut tebal memiliki sifat kimia yang berbeda daripada gambut tipis dimana gambut tebal memiliki derajat dekomposisi yang lebih rendah, pH yang lebih masam (pH = 3 – 4) dan kandungan hara lebih rendah (Radjagukguk, 1992; Kurnain *et al.*, 2001; Page *et al.*, 2006),

Ketebalan lapisan gambut menjadi salah satu sifat internal gambut yang dihubungkan oleh banyak peneliti dengan perbedaan sifat gambut, gambut tebal dinyatakan memiliki sifat kimia yang berbeda daripada gambut yang lebih tipis, dimana gambut tebal biasanya memiliki derajat dekomposisi yang lebih rendah, lebih masam (pH 3 – 4) dan kandungan hara lebih rendah dibandingkan gambut yang lebih tipis (Radjagukguk, 1992; Kurnain *et al.*, 2001; Wust *et al.*, 2002; Page *et al.*, 2006). Pertambahan konsentrasi unsur mikro atau logam seperti Fe dapat terjadi karena adanya pencampuran dengan bahan mineral yang ada di bawah lapisan gambut (Driessen, 1978; Fahmi *et al.*, 2010).

Faktor eksternal yang berpengaruh terhadap sifat kimia tanah gambut antara lain jenis mineral sebagai substratum tanah gambut, sifat air yang mengalir atau air yang terdapat di tanah gambut, jenis vegetasi dan lainnya. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis substratum memiliki peranan penting terhadap kondisi sifat kimia lapisan gambut di atasnya. Konsentrasi ion H, Al dan Fe dalam gambut dengan substratum bahan sulfidik cenderung menurun dengan pertambahan ketebalan lapisan gambut (Fahmi *et al.*, 2010; 2012), hal ini disebabkan unsur-unsur tersebut utamanya bersumber dari lapisan bahan sulfidik. Sebaliknya lahan gambut dengan substratum pasir, konsentrasi ion-ion tersebut cenderung konstan dari lapisan atas sampai lapisan bawah. Menurut Iyobe dan Haraguchi (2008) konsentrasi ion H, Al dan Fe pada tanah gambut dengan substratum bahan sulfidik secara berturut-turut adalah 0,01 – 1,100 mg/l, 0 – 550 mg/l, 0 – 950 mg/l.

Berdasarkan kondisi stratigrafi lapisan gambut, sifat kimia tanah gambut secara unik memiliki pola yang beragam, salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah ketebalan lapisan gambut. Weiss *et al.* (2002) melaporkan bahwa pada gambut ombrogen tebal (9,6 m), kadar hara di lapisan atas (100 – 150 cm) lebih tinggi dari pada lapisan di bawahnya (bagian tengah), kandungan P, K, Ca, Mg, Si dan Na lebih tinggi pada lapisan atas (50–80 cm) dibandingkan lapisan bawahnya. Menurut Amaleviciute *et al.* (2015) kandungan hara yang lebih tinggi pada lapisan atas dibandingkan lapisan di bawahnya sangat erat hubungannya dengan adanya gradient intensitas mineralisasi secara vertikal, tingginya kandungan hara pada lapisan atas adalah gambaran proses mineralisasi yang lebih intensif. Sebaliknya, adanya kadar logam seperti Fe dan aluminium dapat lebih tinggi di lapisan bawah dibandingkan lapisan atasnya karena kedua logam tersebut utamanya bersumber dari lapisan lapisan mineral di bawah lapisan gambut (Fahmi *et al.*, 2010 ; 2012).

Unsur sulfur dalam tanah gambut biasanya berbentuk senyawa sulfat (SO_4^{2-}) (Steger, 2010). Kadar sulfat dalam tanah gambut sangat dipengaruhi oleh keberadaan lapisan bahan sulfidik di bawah lapisan gambut. Pada daerah yang mendapat pengaruh dari endapan marin maka konsentrasi SO_4^{2-} (ekstrak air) dapat mencapai 2366 mg l^{-1} (Iyobe dan Haraguchi, 2008). Sebagaimana di tanah sulfat massam, fraksi unsur S di lahan gambut ditentukan oleh kondisi redoks tanah, dimana sulfat adalah fraksi dominan pada lapisan atas gambut sedangkan sulfida dominan pada lapisan bawah (Bottrell *et al.*, 2010). Menurut Steger (2010) SO_4^{2-} dalam tanah gambut dapat menjadi tinggi karena dapat dihasilkan dari oksidasi H_2S baik pada lingkungan aerob maupun anaerob.

Semakin tebal lapisan gambut khususnya pada kubah gambut maka pengaruh ayunan pasang air laut juga semakin rendah. Fluktuasi dan pergerakan air tanah ini tentunya akan sangat berpengaruh pada kelarutan maupun pergerakan unsur dan senyawa kimia di tanah gambut. Fluktuasi muka air tanah mempengaruhi konsentrasi dari unsur-unsur yang sangat sensitif terhadap perubahan redoks seperti Fe, Kusel *et al.*, (2008) mendapatkan konsentrasi Fe^{2+} pada topsoil gambut saat teroksidasi lebih rendah daripada saat tereduksi. Selain itu akibat kondisi kering dan pembasahan yang berulang serta pengaruh hantaran hidrolik yang besar mengakibatkan tingginya konsentrasi SO_4 di larutan tanah tersebut.

Naiknya muka air tanah tidak hanya mengubah konsentrasi unsur yang

sensitif terhadap redoks tanah tetapi juga lebih jauh akan menyebabkan perubahan konsentrasi unsur-unsur di tanah serta senyawa-senyawa hasil aktifitas mikroorganisme. Kondisi tergeneng yang mengikuti setelah kering menyebabkan ketersediaan P akan meningkat (Bostic dan White, 2006; Jordan *et al.*, 2007; Banach *et al.*, 2009), dan penggenangan lapisan gambut cenderung akan meningkatkan konsentrasi P, Ca, K, NH_4^+ , (Wright *et al.*, 2001; Banach *et al.*, 2009) CO_2 , Fe^{2+} , *ionic strenght*, pH, DHL dan KPK (Kirk, 2004; Reddy and DeLaune, 2008). Sebaliknya konsentrasi Al, SO_4 , dan Fe^{3+} terjadi penurunan.

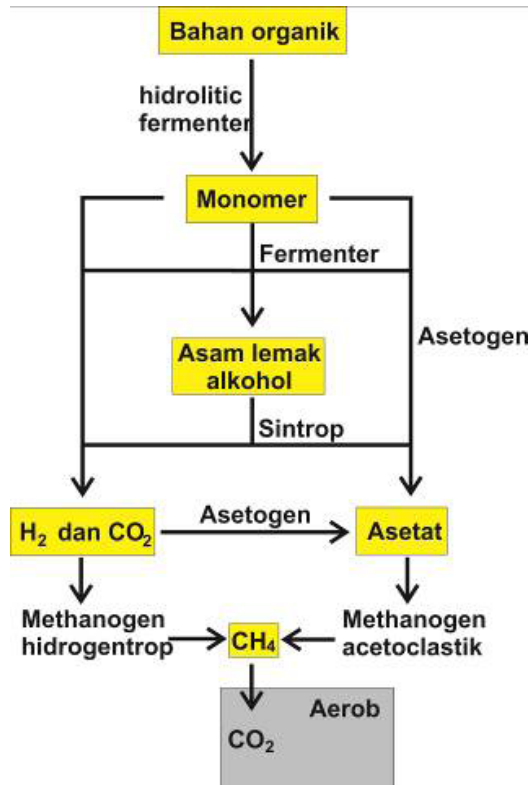
Lahan gambut merupakan salah satu sumber karbon terbesar di alam, Setiap waktu tidak terhitung jumlah karbon yang dilepaskan ke udara maupun ke perairan bebas dalam bentuk terlarut. Banyak peneliti yang menghubungkan tingkat kerusakan lahan gambut dengan komposisi struktur komunitas dan keberlimpahan mikroorganisme, dipersepsikan bahwa semakin rusak lahan gambut maka komposisi struktur komunitas dan keberlimpahan mikroorganisme semakin rendah. Selanjutnya komposisi struktur komunitas dan keberlimpahan mikroorganisme dihubungkan pula dengan kesuburan tanah, hetrogenitas vegetasi dan emisi karbon. Menurut Andersen *et al.* (2013) terdapat perbedaan proses transformasi hara tanah dan aktivitas mikroorganisme dari lahan gambut alami dan lahan gambut yang telah direstorasi. Pada lahan gambut yang alamiah terdapat keseimbangan antara konsumsi dan produksi gas methan bahkan cenderung memiliki neraca karbon yang positif (Vile *et al.*, 2014).

Proses pelepasan karbon dari lahan gambut sebenarnya tidak bisa dipisahkan dengan proses perombakan material organik yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam tanah gambut. Di sisi lain, setiap proses biologi ataupun kimiawi di dalam tanah gambut sangat erat berkaitan dengan kondisi hidrologis lahan dan kondisi vegetasi di atasnya. Turunnya muka air tanah akan meyebabkan kondisi yang lebih aerob, lebih jauh perbedaan tinggi muka air tanah memacu percepatan proses dekomposisi dan mineralisasi (Dijk *et al.*, 2009; Hicks *et al.*, 2009; Kaczorek *et al.*, 2009). Hasil pengukuran di lahan gambut pangkoh Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa penurunan muka air tanah menyebabkan peningkatan kandungan N total tanah, Chimner *et al.* (2016) melaporkan bahwa emisi karbon saat lahan gambut kering lebih tinggi daripada saat basah. Könönen *et al.* (2015) juga melaporkan adanya perubahan kondisi air tanah yang menyebabkan perbedaan hasil dari suatu proses dekomposisi sehingga hal tersebut juga berdampak pada kelarutan hara tanah. Hal-hal tersebut berkaitan dengan ketersediaan dan peran oksigen

sebagai elektron akseptor yang paling efisien dalam suatu proses oksidasi bahan organik oleh mikroorganisme. Semakin terbatas ketersediaan oksigen maka laju proses dekomposisi akan menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman (Andersen *et al.*, 2013).

Faktor lain yang mempengaruhi proses dekomposisi/mineralisasi bahan organik di lahan gambut adalah kualitas substrat/bahan organik. Setiap tahapan dari proses dekomposisi bahan organik memerlukan mikroorganisme spesifik sesuai kondisi substrat dan lingkungan, semakin heterogen dan berkualitas suatu substrat maka mikroorganisme akan semakin berlimpah. Menurut Dimitriu *et al.* (2010) komposisi struktur komunitas dan keberlimpahan mikroorganisme di lahan gambut dipengaruhi oleh jenis gambut, karena selanjutnya hal tersebut akan menentukan ketersediaan hara dalam tanah (Van Dijk *et al.*, 2009). Semakin lanjut derajat dekomposisi gambut maka kandungan substratnya semakin rendah sehingga aktifitas mikroorganisme semakin terbatas.

Ketebalan lapisan gambut tidak hanya berpengaruh pada sifat kimia tanah gambut baik secara langsung ataupun tidak langsung, tetapi juga berpengaruh terhadap aktivitas, komposisi struktur komunitas dan keberlimpahan mikroorganisme. Secara umum gambut tebal dinyatakan memiliki derajat dekomposisi yang lebih rendah daripada gambut dangkal, sebagaimana yang dilaporkan oleh Radjagukguk (1992). Disisi lain, semakin lanjut derajat dekomposisi maka gambut juga semakin miskin hara dan cenderung semakin masam sehingga hal tersebut akan membatasi aktivitas mikroorganisme. Walaupun demikian, aktivitas, komposisi struktur komunitas dan keberlimpahan mikroorganisme pada setiap lahan gambut dengan ketebalan yang berbeda-beda akan memiliki pola yang seragam, yaitu tinggi pada lapisan teratas dan kemudian berangsur menurun pada lapisan di bawahnya, sebagaimana dilaporkan oleh Asante dan Jengre (2012) dan Andersen *et al.* (2013). Hal ini terjadi karena secara terus menerus pada lapisan gambut teratas selalu ditambahkan substrat baru sebagai sisa jaringan organisme yang dapat menjadi sumber energi, akibatnya aktivitas dekomposisi juga lebih aktif pada lapisan ini. Kemudian sebagian dari hasil dekomposisi substrat tersebut akan mengalami transfortasi ke lapisan bawahnya, jumlahnya semakin rendah dengan bertambahnya jarak dari lapisan permukaan (Fahmi dan Radjagukguk, 2013).



Gambar 1 . Skematis dekomposisi bahan organik secara anaerob yang menghasilkan gas metan di lahan gambut (Dimodifikasi dari Juottonen, 2008).

Proses dekomposisi bahan organik diawali dengan adanya aktivitas jamur dan bakteri anaerob merombak organik polimer (selulosa, hemiselulosa dan protein) menjadi monomer (gula dan asam amino). Monomer tersebut difermentasi menjadi asetat, asam lemak, alkohol dan CO_2 serta H_2 , oleh bakteri sintropi, asam lemak dan alkohol difermentasikan menjadi asetat, CO_2 dan H_2 . Bersamaan dengan proses tersebut H_2 yang dihasilkan kemudian dikonsumsi oleh methanogen hidrogenotropik sehingga proses fermentasi menjadi efisien. Acetogen memproduksi asetat dari monomer atau dari CO_2 dan H_2 yang dihasilkan hasil dari bakteri sintropik. Asetat, CO_2 dan H_2 dari proses fermentasi dan acetogenik adalah substrat terminal elektron bagi dekomposer untuk menghasilkan gas metan (Gambar 1). Gas metan yang dihasilkan dari lapisan gambut yang anaerob kemudian akan dioksidasi menjadi CO_2 pada lapisan yang aerob, menurut Frenzel dan Karofeld (2000)

; Pearce dan Clymo (2001) bahwa 90 % dari CH_4 yang dihasilkan dari lapisan anaerob dioksidasi menjadi CO_2 .

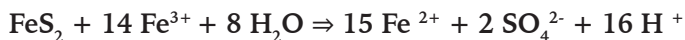
E. Karakteristik tanah sulfat masam

Tanah sulfat masam adalah tanah yang mengandung mineral besi sulfida (bahan sulfidik) atau senyawa-senyawa hasil ataupun dipengaruhi oleh transformasi mineral sulfida. Tanah sulfat masam merupakan endapan dari bahan marin yang dapat dicirikan oleh salah satu atau beberapa hal sebagai yaitu mengandung bahan sulfidik, memiliki horison sulfurik, terdapat bercak jarosit dan mengandung bahan penetral berupa karbonat atau basa tukar lainnya. Tanah sulfat masam pada lingkungan sekitar pantai atau rawa mangrove adalah kondisi lingkungan yang ideal untuk pembentukan/stabilitas pirit. Secara ringkas dapat dijelaskan bahwa pembentukan tanah sulfat masam merupakan serangkaian proses pengendapan bahan sedimen marin pada masa ribuan tahun silam, proses ini berhubungan dengan turunnya permukaan air laut atau pengangkatan daratan. Sedimen marin yang kaya sulfida atau polysulfida hasil reduksi sulfat selama proses pengendapannya bereaksi dengan besi membentuk sulfida besi. Luapan pasang yang terjadi secara berkala dan terus menerus membawa sedimen baru membentuk lapisan baru di atas lapisan marin sebelumnya yang diikuti oleh suksesi vegetasi secara bertahap. Adanya pengaruh bahan induk dan dinamika kondisi hidologi yang terus menerus menjadikan tanah-tanah yang terdapat pada ekosistem ini memiliki sifat yang khas.

Faktor hidrologi menjadi elemen utama yang mempengaruhi terhadap sifat tanah di lahan rawa, tidak terkecuali tanah sulfat masam. Hanhart dan Ni (1993) menemukan bahwa pH tanah sulfat masam membentuk pola yang berulang dimana pH tanah tertinggi sekitar 7,0 terjadi pada akhir musim hujan sampai puncak musim kemarau dan terendah berkisar 3,0 yang terjadi pada saat transisi musim kemarau ke musim hujan. Sifat tanah yang seolah membentuk siklus musiman ini berhubungan dengan proses redoks dan pelarutan dari hasil oksidasi pada musim kemarau (Hicks *et al.*, 2009).

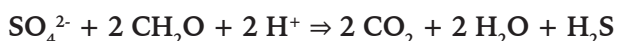
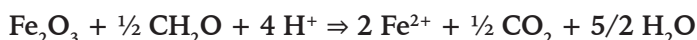
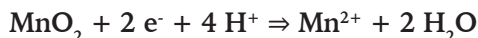
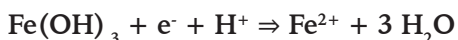
Kemasaman tanah sulfat masam dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ; keberadaan senyawa sulfur tereduksi, mineral besi oksida-hidrooksida, sulfat, bahan organik, bahan penetral, kelembaban tanah atau kondisi hidologis lahan. Berdasarkan ordonya, maka kemasaman tanah sulfat masam berkisar antara pH 4 (ordo *entisol*) dan pH <3,5 (ordo *inceptisol*). Tanah sulfat masam yang tergenang dapat mempunyai kemasaman tanah yang lebih rendah (pH >4,0). Peningkatan kemasaman pada tanah sulfat masam utamanya disebabkan oleh

teroksidasinya mineral pirit, pemasaman tanah terjadi ketika jumlah asam yang dihasilkan melebihi daya sangga tanah. Ketika pH lingkungan $<4,0$ maka Fe^{3+} yang dihasilkan dari oksidasi Fe^{2+} di larutan tanah dapat kembali mengoksidasi pirit secara langsung dengan bantuan *thiobacillus ferrooxidans* yang hidup pada kisaran pH 2,8 – 3,5 (Kirk, 2004). Proses ini berjalan lebih cepat dibandingkan oksidasi pirit oleh O_2 (Ritchie, 1994).



Tanah sulfat masam umumnya terdapat di daerah pasang surut, kondisi ini menyebabkan lahan secara periodik mengalami penggenangan. Beberapa saat setelah penggenangan maka udara yang mengisi pori-pori tanah digantikan oleh molekul air, menurut Reddy dan DeLaune (2008) pada kondisi anaerob laju difusi oksigen 10.000 kali lebih lambat daripada kondisi aerob, jumlah oksigen menjadi dapat mendekati nol (0) hanya dalam beberapa jam penggenangan. Semakin lama penggenangan maka tanah cenderung semakin tereduksi, sehingga selanjutnya digunakanlah unsur inorganik lainnya sebagai akseptor elektron oleh mikroorganisme.

Penggenangan tanah akan meningkatkan konsumsi elektron dan proton, menurut Reddy and DeLaune (2008) pada beberapa kondisi rasio konsumsi proton dan elektron dapat >1 , kondisi ini akan mendorong terjadinya peningkatan pH tanah sulfat masam sebagaimana yang dilaporkan oleh Fageria *et al.* (2011); Fahmi *et al.* (2012a) dan Wang *et al.* (2013), akibat terjadinya reduksi maupun terjadinya pelarutan karbonat atau bikarbonat pada masa penggenangan. Peningkatan pH akibat reaksi reduksi besi, mangan dan sulfat (Reddy dan DeLaune, 2008) serta reaksi reduksi besi (Konsten *et al.*, 1994) dan sulfat (Dent dan Pons, 1995) yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber elektron :



Kemasaman tanah sulfat masam dipengaruhi oleh banyak faktor seperti ; keberadaan pirit, mineral besi oksida-hidrooksida, sulfat, bahan organik, bahan penetral, dan kondisi hidologis lahan atau kelembaban tanah. Setiap faktor secara kumulatif saling berinteraksi menyebabkan adanya dinamika

kemasaman tanah. pH tanah dapat tidak berubah ataupun berubah secara tidak nyata karena besarnya daya sangga tanah ataupun adanya mekanisme lain yang membatasi reaksi keseimbangan kimia tanah. Keberadaan mineral pirit dalam lapisan tanah memiliki peranan besar dalam menentukan terjadinya proses pemasaman tanah karena turunnya muka air tanah. Walaupun demikian, kondisi hidrologis lahan dapat tidak berpengaruh nyata pada dinamika kemasaman tanah, karena faktor-faktor yang dipengaruhi dari perubahan redoks berada dalam kuantitas atau kualitas yang rendah, misalnya kandungan Fe^{3+} dan bahan organik yang rendah, sebagaimana dilaporkan oleh Konsten *et al.* (1995) dan Hicks *et al.* (1999).

Pasang surutnya air laut dan curah hujan adalah faktor yang mempengaruhi kondisi hidrologis lahan rawa. Kondisi hidrologis lahan atau kelembaban tanah adalah faktor yang paling menentukan tingkat redoks tanah sehingga besar kecilnya pengaruh dari setiap faktor lainnya tergantung pada kondisi hidrologis lahan. Menurut Mosley *et al.* (2014) perubahan pH air atau tanah sulfat masam ditentukan tingkat redoks tanah. Penggenangan tanah sulfat masam telah dilaporkan oleh banyak peneliti menyebabkan penurunan kondisi Eh tanah, demikian pula sebaliknya menurunnya permukaan air tanah akibat kekeringan dan musim kemarau dapat menyebabkan peningkatan Eh tanah. Dinamika Eh tanah sulfat masam di daerah rawa pasang surut dilaporkan oleh Hanhart dan Ni (1993) membentuk suatu pola yang dinamis sesuai kondisi fluktuasi muka air tanah sepanjang tahun.

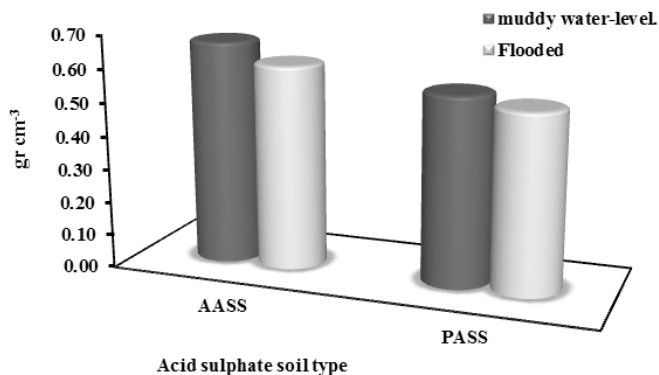
Ketersediaan hara di tanah sulfat masam secara umum berada dalam kondisi yang rendah sampai sangat rendah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan N 0,22-0,49% (sedang) dan cenderung menurun semakin ke lapisan bawah. Kandungan P-tersedia 12,6 ppm (sangat rendah) sampai 19,3 ppm (sedang), K dapat ditukar biasanya sedang sampai tinggi (0,37-0,89 cmol(+)/kg). Kandungan P-total bervariasi dari rendah sampai sangat tinggi, dengan rata-rata 45 mg/100 g (tinggi), kandungan K-total 73-81 mg/100 g (sangat tinggi). Basa dapat ditukar yang dominan adalah Mg dan Na, Mg dalam jumlah yang sedang sampai tinggi (8,30-9,25 cmol(+)/kg) sedangkan Na terdapat dalam jumlah tinggi (9,70 cmol(+)/kg). Sebaliknya Ca dapat ditukar umumnya berkisar dari rendah hingga sedang (3,49-4,12 cmol(+)/kg). Kapasitas tukar kation tanah biasanya bervariasi dari 33,5-37,2 cmol(+)/kg (tinggi sampai sangat tinggi), kejenuhan basa bervariasi 40-42% (rendah sampai sedang). Kejenuhan Al berkisar 67-71% (sedang sampai sangat tinggi). Kandungan bahan organik tanah di

lapisan atas bervariasi 7,51-10,93% (tinggi hingga sangat tinggi), rasio C/N bervariasi dari tinggi (25) hingga sangat tinggi (39) (Konsten *et al.*, 1990; Konsten dan Sarwani, 1990).

Sebagaimana kemasaman tanah yang dipengaruhi oleh kondisi hidrologis lahan, ketersediaan hara di tanah sulfat masam juga dipengaruhi oleh kondisi kelembaban tanah atau kondisi hidrologis lahan. Secara umum ketersediaan hara tanah sulfat masam akan meningkat seiring dengan kondisi tanah yang semakin basah atau lembab, kondisi ini berhubungan dengan peningkatan pH tanah yang terjadi akibat proses reduksi sehingga mendorong pelarutan dan pelepasan hara dari mineral dan misel tanah. Selain itu, peningkatan pH tanah akibat kondisi yang lebih basah dapat pula mendorong terjadinya peningkatan aktivitas mikroorganisme yang selanjutnya menyebabkan mineralisasi hara dari bahan organik.

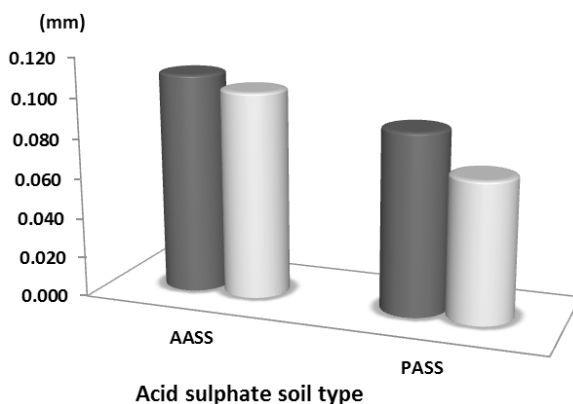
Sifat fisika tanah seperti porositas, permeabilitas, kematapan agregat, kerapatan masa (BD), dan berat jenis butiran tanah (PD), sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah. Kandungan atau prosentase fraksi klei yang tinggi akan menyebabkan tanah menjadi berat. Beberapa sifat tanah tersebut saling berhubungan dan mempengaruhi. Secara geografis, tanah sulfat masam salah satunya terbentuk pada daerah-daerah hilir sungai yang bermuara ke laut yang memungkinkan untuk terjadinya pengendapan. Tingginya kandungan fraksi klei pada tanah ini menyebabkan permeabilitas tanah dan porositas tanah menjadi rendah. Selanjutnya pada tanah sulfat masam dengan porositas tanah rendah tentunya akan memiliki BD yang tinggi, artinya semakin tinggi kandungan kleinya maka BD akan semakin meningkat.

Kondisi pasang surutnya air yang berpotensi menggenangi lahan saat terjadi pasang dapat mempengaruhi perubahan atau merubah sifat fisika tanah sulfat masam. Tanah sulfat masam yang mengalami penggenangan akan memiliki kematapan agregat yang lebih rendah. Hasil penelitian Fahmi *et al.* (2014b) menunjukkan bahwa penggenangan tanah sulfat masam menyebabkan penurunan nilai BD tanah, hal ini disebabkan mengembangnya mineral klei karena meningkatnya kandungan air dalam struktur mineral klei, selanjutnya terjadi peningkatan persentase air dibandingkan fraksi padatan tanah berdasarkan volumenya (Sudjianto *et al.*, 2011). Menurut Heuscher *et al.* (2005) persentase klei dan kadar air memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat BD tanah.



Gambar 2. Nilai BD tanah sulfat masam aktual (AASS) dan tanah sulfat masam potensial (PASS) pada kondisi tergenang dan macak-macak (Fahmi *et al.*, 2014b).

Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa sifat PD berhubungan erat dengan kandungan klei tanah, disisi lain fraksi klei memiliki kemampuan memegang air yang tinggi pada permukaannya dibandingkan fraksi pasir dan debu. Hal ini akan menyebabkan menurunnya kemantapan agregat tanah jika tanah sulfat masam mengalami penggenangan dalam waktu tertentu. Selain itu, menurunnya nilai kemantapan agregat akibat penggenangan berhubungan dengan kondisi tanah yang semakin poros, permeabilitas yang meningkat serta terjadinya pelarutan agen-agen perekat struktur tanah seperti mineral oksida dan kalsium (Fahmi *et al.*, 2014b).



Gambar 3. Nilai PD tanah sulfat masam aktual (AASS) dan tanah sulfat masam potensial (PASS) pada kondisi tergenang dan macak-macak (Fahmi *et al.*, 2014b).

Penutup

Lahan rawa adalah sebuah bentuk bentang alam yang terbentuk secara alami ataupun karena dibuat oleh manusia yang memiliki peranan penting bagi ekosistem secara global, ekosistem ini dapat ditemui pada dataran rendah maupun dataran tinggi yang membentuk cekungan, bahan induk tanahnya dapat berupa material mineral maupun bahan organik. Air menjadi determinasi utama ekosistem rawa, keberadaan air menjadi faktor kunci dalam pemanfaatannya, pengelolaannya, serta karakteristiknya. Kondisi hidrologi lahan sangat menentukan sifat tanah di lahan rawa, meningkatnya ketersediaan hara ataupun kelarutan unsur meracun yang menurun kelarutannya dapat terjadi pada saat lahan rawa tergenang. Kondisi ini berimplikasi pada pemanfaatan dan pengelolaan lahan rawa harus pula mempertimbangkan ketersediaan air atau sifat air tersebut. Air dapat menjadi input yang positif bagi pemanfaatan dan pengelolaan lahan jika kualitasnya dan kuantitasnya sesuai dengan keperluan, sebaliknya dapat menjadi input negatif ketika kualitas rendah dan kuantitasnya yang tidak sesuai keperluan.

Daftar Pustaka

- Amaleviciute K, I. Liaudanskiene, A. Slepeliene, J. Slepeliene, I. Jokubauskaite, and J. Volungevicius. 2015. Carbon and important macroelements of *Terric Histosol* after 12 years renaturalization. *Eurasian J Soil Sci*, 4 (4) 272 – 278.
- Andersen, R., C. Wells, M. Macrae and J. Price. 2013. Nutrient mineralisation and microbial functional diversity in a restored bog approach natural conditions 10 years post restoration. *Soil Biology & Biochemistry* 64 ; 37-47
- Andriessse, J.P. 1988. *Nature and Management of Tropical Peat Soils*. FAO Soil Bulletin 59. Rome, Italy. 165 p.
- Asante, W. and N. Jengre. 2012. Carbon Stocks and Soil Nutrient Dynamics in the Peat Swamp Forests of the Amanzule Wetlands and Ankobra River Basin. USAID Integrated Coastal and Fisheries Governance Program for the Western Region of Ghana. Accra: Nature Conservation and Research Centre. 45 pp
- Banach, A.M., K. Banach, R.C.J.H. Peters, R.H.M. Jansen, E.J.W. Visser, Z. Stepniewska, J.G.M. Roelofs and L.P.M. Lamers. 2009b. Effects of long-term flooding on biogeochemistry and vegetation development in floodplains: a mesocosm experiment to study interacting effects of land use and water quality. *Biogeosciences*, 6 : 1325 – 1339.
- Boelter, D.H. 1969. Physical properties of peat as related to degree of decomposition. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33: 606–609.

- Bostic, E. M. and J. R. White. 2006. Soil phosphorus and vegetation influence on wetland phosphorus release after simulated drought. *Soil Science Society of America Journal*. 71 : 238 - 244.
- Bouman, S.A.M. and P.M. Driessen. 1985. Physical properties of peat soils affecting rice-based cropping system. *In : Soil Physics and Rice*. IRRI. Los Banos, Philippines. pp. 71–84.
- Brady, N.C. 1974. *Nature and Properties of Soils*. 8th Edition. The Macmillan Company, New York. 638 p.
- Cheesman, A.W., B.L. Turner and K.R. Reddy. 2012. Soil phosphorus forms along a strong nutrient gradient in a tropical ombrotrophic wetland. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 76; 1496–1506.
- Chimner, R.A., T.G. Pytker, J.A. Hribljan, P.A. Moore and J.M. Waddington. 2016. Multi-decadal changes in water table levels alter peatland carbon cycling. *Ecosystems*. DOI: 10.1007/s10021-016-0092-x.
- Clarkson, B. and M. Peters. 2010. Wetland types. *In*. B. Clarkson and M. Peters (Eds). *Wetland Restoration : A Handbook For Nz Freshwater System*. Manaaki Whenua Press, New Zealand. pp. 26–37.
- Dent, D.L. and L.J. Pons. 1995. A world perspective on acid sulphate soils. *Geoderma*. 67 ; 263–276.
- Diemont, W.H., and L.J. Pons. 1991. A preliminary note on peat formation and gleying in the Mahakam inland floodplain, East Kalimantan, Indonesia. p. 74-80. *In*. Aminuddin, B.Y. (Ed.). *Tropical Peat. Proc. Int. Symp. on Tropical, Kuching, Sarawak, Malaysia*, 6-10 May 1991.
- Dimitriu, P. A., D. Lee and S. J. Grayston. 2010. An evaluation of the functional significance of peat microorganisms using a reciprocal transplant approach. *Soil Biology and Biochemistry*. 42 : 65 – 71.
- Driessen, P.M. and L. Rochimah. 1976. The physical of lowland peats from Kalimantan. *Dalam. Peat and Podsolik Soils and Their Potential for Agriculture in Indonesia*. Proceeding ATA 106 Midterm Seminar, Soil Research Institute, Bogor, pp. 56–73.
- Driessen, P.M. 1978. Peat soils. *In : Soil and Rice*. IRRI. Los Banos, The Philippines. pp. 763–779.
- Duddleston, K.N. and M.A. Kinney. 2002. Anaerobic microbial biogeochemistry in a northern bog: Acetate as a dominant metabolic end product. *Global Biogeochemical Cycles*, 16(4), 1063. 1-7.
- Fageria, N.K., G.D. Carvalho, A.B. Santos, E.P.B. Ferreira, and A.M. Knapp. 2011. Chemistry of lowland rice soils and nutrient availability. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42:1913–1933.
- Fahmi, A., B. Radjagukguk, B.H. Purwanto and E. Hanudin. 2010. The role of peat layers on iron dynamics in peatlands. *J Tanah Trop*. 15 (3): 195–201.
- Fahmi, A., B. Radjagukguk, B.H. Purwanto dan E. Hanudin. 2012. The influence of peat layer on hidrogen and aluminium concentration

- originating from the sulfidic material substratum. *J Tanah Trop*, 17 (3): 197–202.
- Fahmi, A. dan B. Radjagukguk. 2013. Peran gambut bagi kandungan nitrogen total tanah di lahan rawa. *J Berita Biologi*, 12 (2): 223–229.
- Fahmi, A., B. Radjagukguk, dan B.H. Purwanto. 2014a. Interaction of peat soil and sulphidic material substratum : role of peat layer and groundwater level fluctuations on phosphorus concentration. *J Tanah Trop*. 19.(3); 161–169.
- Fahmi, A., A. Susilawati, and A. Rachman. 2014b. Influence of height waterlogging on soil physical properties of potential and actual acid sulphate soils. *J Tanah Trop*, 19 (2); 56–61.
- Frenzel P. and E. Karofeld. 2000. CH₄ emission from a hollow-ridge complex in a raised bog: The role of CH₄ production and oxidation. *Biogeochemistry* 51: 91–112.
- Hanhart, K. and D.V. Ni. 1993. Water management of the rice field at Hoa An, Mekong Delta, Vietnam. In : D.L. Dent and M.E.F. Van Mesvoort (Eds.), *Selected Papers of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils*. ILRI Publ. No. 53. Wageningen, The Netherland. pp. 161–176.
- Hastuti, S. 1995. Peat compaction and root proliferation. *PhD Thesis*. RUG, Gent, Belgium. 175 p.
- Heuscher SA, CC Brandt, and PM Jardine. 2005. Using soil physical and chemical properties to estimate bulk density. *Soil Sci Soc Am J* 69; 51–56.
- Hicks, W.S., G.M. Bowman, and R.W. Fitzpatrick. 2009. Effect of season and landscape position on the aluminium geochemistry of tropical acid sulfate soil leachate. *Australian Journal of Soil Research*, 47; 137–153.
- Iyobe, T. and A. Haraguchi. 2008. Soil chemical properties of peat sediments polluted by sulphuric acid in tropical peatland, Central Kalimantan, Indonesia. Dalam : C. Farrel and J. Feehan (Eds.), *After Wise Use – The Future of Peatlands. Proceedings of the 13th International Peat Congress*. Vol. II, Tullamore, Ireland. pp. 100–103.
- Jaenicke, J. 2010. 3D modelling and monitoring of Indonesian peatlands aiming at global climate change mitigation. *A Dissertation*. Fakultät für Biologie, Ludwig–Maximilians–Universität München. 91 p.
- Joosten, H. and D. Clarke. 2002. *Wise Use of Mires and Peatlands ; Background and principles including framework for decision–making*. International Mires Conservations Group – International Peat Society. Saarijarvi, Finland. 304 p.
- Jordan, S., S. Velty and J. Zeitz. 2007. The influence of degree of peat decomposition on phosphorus binding forms in fens. *Mires and Peat*, 2 : 1 – 10.
- Juottonen, H. 2008. *Archaea, Bacteria, and methane production along environmental gradients in fens and bogs. A Dissertation*. General Microbiology Department of Biological and Environmental Sciences,

- Faculty of Biosciences and Viikki Graduate School in Molecular Biosciences, University of Helsinki. 48 p.
- Kaczorek, D., G.W. Brümmer and M. Sommer. 2009. Content and binding forms of heavy metals, aluminium and phosphorus in bog iron ores from Poland. *Journal Environmental Quality*. 38; 1109–1119.
- Kirk, G. 2004. *The Biogeochemistry of Submerged Soils*. John Wiley and Sons. Chichester, England. 291 p.
- Konfensi Ramsar, dikunjungi pada 09 September 2014 : http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-about/main/ramsar/1-36_4000_0.
- Könönen, M., J. Jauhiainen, R. Laiho, K. Kusin and H. Vasander. 2015. Physical and chemical properties of tropical peat under stabilised land uses. *Mires and Peat*, 16 (8); 1–13.
- Konsten, C.J.M., and M. Sarwani. 1990. Actual and potential acidity and related chemical characteristics of acid sulphate soils in Pulau Petak, Kalimantan. Hlm. 30-50. *In Papers Workshop on Acid Sulphate Soils in the Humid Tropics*. Bogor, 20-22 November 1990. AARD and LAWOO.
- Konsten, C.J.M., S. Suping, I B. Aribawa, and I P.G. Widjaja-Adhi. 1990. Chemical processes in acid sulphate soils in Pulau Petak, South and Central Kalimantan, Indonesia. Hlm. 109-135. *In Papers Workshop on Acid Sulphate Soils in the Humid Tropics*. Bogor, 20-22 November 1990. AARD and LAWOO.
- Kurnain, A., T. Notohadikusumo, B. Radjagukguk and S. Hastuti. 2001. Peat soil properties related to degree of decomposition under different land use systems. *International Peat Journal*. 11; 67–77.
- Kurnain, A. 2005. Dampak Kegiatan Pertanian dan Kebakaran Atas Watak Gambut Ombrogen. *Disertasi*. Pascasarjana Fakultas Pertanian UGM. 315 Hlm.
- Kusel, K., M. Blothe, D. Schulz, M. Reiche and H.L. Drake. 2008. Microbial reduction of iron and porewater biogeochemistry in acidic peatlands. *Biogeosciences*. 5; 1537–1549.
- Lambert, K. 1995. Physico-chemical characterisation of lowland tropical peat soil. *PhD Thesis*. RUG, Gent, Belgium. 161 p.
- Limin, S.H., J.O. Rieley, S.E. Page and E. Yunsiska. 2007. Peat thickness, type of minerals in the bottom peat layer and hydrology status should be taken into account when utilizing tropical peatland for agricultural purposes. Hlm : 158-168. *Dalam: H. Wosten and B. Radjagukguk (Eds.), The Role of Tropical Peatlands in Global Changes Process. Open Science Meeting 2005. Science and society : New challenges and oppurtunities. Yogyakarta. Indonesia. ALTERRA - Wageningen University and Research Centre and the EU INCO - STRAPEAT and RESTORPEAT. Wageningen. The Netherlands.*
- Maas, A., R. Sutanto, A. Supriyo. dan Hairunsyah. 1997. Perbaikan kualitas gambut tebal, dampaknya pada pertumbuhan and produksi padi sawah.

- Laporan Hasil Penelitian*. Lembaga Penelitian UGM Bekerjasama dengan Agricultural Research Management Project. 25 p.
- Marton, J. 2013. Coastal Wetlands Formation, Functions, and Susceptibility CWC Gulf Lagniappe. November 23, 2013
- Masganti, T. Notohadikusumo, A. Maas, & B. Radjagukguk. 2002. Hydrophobicity and its impact on chemical properties of peat. Hlm: 109–113. *Dalam*: J.O. Rieley, & S.E. Page (eds.), *Peatlands for People, Natural Resources Function, and Sustainable Management*. BPPT dan Indonesian Peat Association, Jakarta.
- McLay, C.D.A., R.F. Allbrook, & K. Thompson. 1992. Effect of development and cultivation on physical properties of peat soils in New Zealand. *Geoderma* 54: 23–37.
- Melling, L., K.J. Goh, R. Hatano, L.J. Uyo, A. Sayok and A.R. Nik. 2008. Characteristics of natural tropical peatland and their influence on C flux in Loagan Bunut National Park, Sarawak, Malaysia. *Dalam* : C. Farrel and J. Feehan (Eds.), *After Wise Use – The Future of Peatlands. Proceedings of the 13th International Peat Congress*. Vol. 1. Tullamore, Ireland. pp. 226–229.
- Mosley, L.M., R.W. Fitzpatrick, D. Palmer, E. Leyden, and P. Shand. 2014. Changes in acidity and metal geochemistry in soils, groundwater, drain and river water in the Lower Murray River after a severe drought. *Science of the Total Environment*. 485–486; 281–291.
- National Park Service, US Department of Interior. Dikunjungi pada 5 April 2017. <https://www.nps.gov/subjects/wetlands/how.htm>.
- Noorsyamsi, H. dan M. Hidayat. 1976. The tidal swamp rice culture in South Kalimantan. *Contr. Centr. Res. Ins. Agric. Bogor*. 10; 1–18.
- Notohadiprawiro, T. 1997. Twenty-five years experience in peatland development for agriculture in Indonesia. *In* : J.O. Rieley, & S.E. Page (Eds.), *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands*. Proceedings of the International Symposium on Biodiversity, Environmental Importance of Tropical Peat and Peatlands. Samara Publisher. UK. pp. 301–310.
- Nugroho, K., G. Gianinazzi, and I.P.G. Widjaja-Adhi. 1997. Soil hydraulic properties of Indonesian peat. *In* ; J.O. Rieley, and S.E. Page (Eds.), *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands*. Proceedings of the International Symposium on Biodiversity, Environmental Importance of Tropical Peat and Peatlands. Samara Publisher. UK. pp. 147–156.
- Nuruddin, A.A., H.M. Leng and F. Basaruddin. 2006. Peat moisture and water relationship in a tropical peat swamp forest. *Jurnal Applied Science*. 6(11); 2517–2519.
- Page, S.E., J.O. Rieley and R. Wurst. 2006. Lowland tropical peatlands of Southeast Asia. *In* : I.P. Martini, A.M. Cortizas and W. Chesworth, (Eds.), *Peatlands; Evolution and Records of Environmental and Climate Changes*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. pp. 145–172.

- Pearce, D.M.E. and R.S. Clymo. 2001. Methane oxidation in a peatland core. *Global Biogeochem Cycles*. 15: 709-720.
- Ponnamperuma, F.N. 1972. The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy*. 24; 29-96.
- Polak, B. 1975. Character and occurrence of peat deposits in the Malaysian tropics. *Dalam: G. J. Barstra and W. A. Casparie (Eds.), Modern Quarternary Research in Southeast Asia*. Balkema, Rotterdam. Hlm :71-81.
- Radjagukguk, B. 1992. Utilization and management of peatlands in Indonesia for agriculture and forestry. *Dalam : B.Y. Aminuddin. (Eds.), Proceedings of the International Symposium on Tropical Peatland, Kuching, Sarawak, Malaysia*. MARDI & Department of Agriculture, Sarawak, Kuching, Malaysia, pp. 21-27.
- Radjagukguk, B. 1993. Peat resource of Indonesia: its extent, characteristics, and development possibilities. Makalah disajikan pada the third seminar on the greening of desert entitled: *Desert Greening with Peat*. 17 March 1993, Waseda University, Tokyo.
- Radjagukguk, B. 2000. Perubahan sifat fisik dan kimia tanah gambut akibat reklamasi lahan untuk pertanian. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 2(1); 1-15.
- Reddy K.R. and R.D. DeLaune. 2008. *The Biogeochemistry of Wetlands; Science and applications*, CRC Press. New York, USA. 779 p.
- Rieley, J.O., G. Siefferman. M. Fournier and F. Soubies. 1992. The peat swamp forest of Borneo; Their origin, development, past and present vegetation and importance in regional and global environmental processes. *Dalam : Proceedings of the 19th International Peat Congress*. Upsala, Sweden. Vol. 1. pp. 78-95.
- Rieley, J.O., A.A. Ahmad-Shah, and M.A. Brady. 1996. The extent and nature of tropical peat swamps. *In ; E. Maltby, C.P. Immirzi, & R.J. Safford (Eds.), Tropical Lowland Peatlands of Southeast Asia*. Proceedings of a Workshop on Integrated Planning and Management of Tropical Lowland Peatlands. IUCN. Gland, Switzerland. pp. 17-53.
- Rieley, J.O., T. Notohadiprawiro, B. Setiadi and S.H. Limin. 2008. Restoration of tropical peatland in Indonesia ; why, where and how ? *Dalam : C. Farrel and J. Feehan (Eds.), After Wise Use – The Future of Peatlands. Proceedings of the 13th International Peat Congress*. Vol. 1. Tullamore, Ireland. pp. 240-244.
- Ritchie, A.I.M., 1994. Sulfide oxidation mechanisms: controls and rates of oxygen transport. *In: J.L. Jambor and D.W. Blowes (Eds.), Short course handbook on environmental geochemistry of sulfide mine-waste*. Mineralogical Association of Canada, Nepean, Vol. 22; 201-244.
- Rodney, A.C. and K.C. Ewel. 2005. A tropical freshwater wetland ; Production, decomposition and peat formation. *Wetland Ecology and Management*. 13; 671-684.

- Sabiham, S. 1988. Studies on peat in the coastal plains of Sumatra and Borneo. Part I : Physiografi and geomorphology of the coastal plains. *Tonan Ajia Kenkyu* (South East Asian Qstudies). 26 (3) : 307 – 335.
- Schumann, M. and H. Joosten. 2008. Global Peatland Restoration Manual. Institute of Botany and Landscape Ecology, Greifswald University, Germany. 64 p.
- Sieffermann R.G., M. Fournier, S. Truitomo, M.T. Saderman, and A.M. Semah. 1988. Velocity of tropical peat acumulation in Central Kalimantan Province, Indonesia. *In*. Proceeding of the 8th International Peat congress. Leningrad. pp 90–98.
- Soil Survey Staff. 2014. *Key to Soil Taxonomy*. Twelfth Edition. United States Department of Agriculture (USDA) and Natural Resources Conservation Service (NRCS). Washington DC. 360 p.
- Soil Survey Staff. 2014. *Key to Soil Taxonomy*. Twelfth Edition. United States Department of Agriculture (USDA) and Natural Resources Conservation Service (NRCS). Washington DC. 360 p.
- Sorensen, K.W. 1993. Indonesian peat swamp forest and their role as carbon sink, *Chemosphere*. 27 (6) : 1065 – 1082.
- Sudjianto AT, KB Suryolelono, A Rifa'i and IB Mochtar. 2011. The effect of water content change and variation suction in behavior swelling of expansive soil. *Int J Civil Environ Eng* 11(3);11–17.
- Suryanto. 1994. Improvement of the P Nutrient Status of Tropical Ombrogenous Peat Soils from Pontianak, West Kalimantan, Indonesia. *A Dissertation*. Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, RUG, Ghent. 216 p.
- Steger, D. 2010. Community Structure and Distribution of Functional Microbial Groups Within Two Complex Environments ; Microorganisms Associated with Marine Sponges and Potential Sulfur-Compounds–Reducing Microorganisms in Peatlands. *A Dissertation*. Wien University. Austria. 216 Hlm.
- Takahashi, H., S. Shimada and B. I. Ibie. 2002. Annual changes of water balance and a drought index in a tropical peat swamp forest of Central Kalimantan, Indonesia. *Dalam: J. O. Rieley and S. E. Page. (Eds.), Jakarta Symposium Proceedings on Peatlands for People Natural Resources Function and Sustainable Management*. Agency for the Assessment and Application of Technology (BPPT) and Indonesian Peat Association (IPA). Jakarta, Indonesia. 271 p.
- Uomori, M., & T. Yamaguchi. 1997. The water absorption ability of peat. *International Peat Journal*. 7: 41–44.
- Van Dijk, J., W.A.M. Didden, F Kuenen, P.M. van Bodegom, H.A. Verhoef, and R. Aerts. 2009. Can differences in soil community composition after peat meadow restoration lead to different decomposition and mineralization rates?. *Soil Biology & Biochemistry*. 41; 1717–1725.

- Verdonk, O., I. Cappaert, & M. De Boodt. 1973. The properties of the normally used substrates in the region Ghent. Hlm : 1930–1944. *Dalam*: M. De Boodt (Ed.), *Proceedings Symposium Artificial Media in Horticulture*. Technical Communication of the International Society for Horticulture Science.
- Vile, M.A., R.K. Wieder, T. Zivkovic', K.D. Scott, D.H. Vitt, J.A. Hartsock, C.L. Iosue, J.C. Quinn, M. Petix, H.M. Fillingim, J.M.A. Popma, and K. A. Dynarski. 2014. N₂-fixation by methanotrophs sustains carbon and nitrogen accumulation in pristine peatlands. *Biogeochemistry*. 121;317–328
- Wang, Y., X. Liu, C. Butterly, C. Tang, and J. Xu. 2013a. pH change, carbon and nitrogen mineralization in paddy soils as affected by Chinese milk vetch addition and soil water regime. *J Soils Sediment*. 13; 654–663.
- Widjaja Adhi, I.P.G., K. Nugroho, D.S. Ardi dan S. Karama. 1992. Sumberdaya lahan rawa: potensi, keterbatasan dan pemanfaatan. *Dalam* ; S. Partoharjono dan M. Syam. (Eds.) *Pengembangan terpadu lahan rawa pasang surut dan lebak*. SWAMPS II. Puslitbangtan. Bogor.
- Wright R. B., B. G. Lockaby and M. R. Walbridge. 2001. Phosphorus availability in an artificially flooded Southeastern Floodplain forest soil. *Soil Science Society of America Journal*. 65 : 1293 – 1302.
- Wüst, R.A.J., C.R. Ward, R.M. Bustin, and M.I. Hawke. 2002. Characterization and quantification of inorganic constituents of tropical peats and organic-rich deposits from Tasek Bera (Peninsular Malaysia): implications for coals. *International Journal of Coal Geology* 49 ;215– 249
- Wüst, R.A.J., J.O. Rieley, S.E. Page and V.D. Kaars. 2007. Peatland evolution in S.E. Asia over the last 35.000 years ; implications for evaluating their carbon storage potential. *Dalam* : J.O. Rieley, C.J. Banks and B. Radjagukguk (Eds.), *Proceedings of the International Symposium and Workshop on Tropical Peatland*. Yogyakarta. pp. 25–40.

OPTIMALISASI PEMANFAATAN LAHAN RAWA PASANG SURUT SULFAT MASAM UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI PADI

Izhar Khairullah dan Nurita
Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra)
Email : izhar.balittra@gmail.com

Ringkasan

Lahan rawa pasang surut sulfat masam mempunyai potensi sebagai lahan pertanian untuk budidaya tanaman, khususnya padi. Tanaman padi merupakan komoditas strategis yang paling eksis dan *establish* dibudidayakan di lahan rawa pasang surut sulfat masam. Akan tetapi produktivitas padi di lahan sulfat masam masih rendah, karena faktor lingkungan tumbuh dan varietas yang digunakan potensi hasil rendah. Masalah utama dalam pertanaman padi di lahan sulfat masam adalah adanya lapisan pirit yang bila teroksidasi dapat meningkatkan kemasaman tanah dengan kelarutan Fe dan Al tinggi sehingga dapat meracuni tanaman. Meskipun demikian, berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas padi di lahan sulfat masam dapat ditingkatkan dengan pengelolaan lahan dan tanaman yang baik. Untuk meningkatkan produktivitas padi di lahan pasang surut sulfat masam telah tersedia teknologi pengelolaan lahan dan tanaman seperti teknologi pengelolaan air skala mikro, teknologi penataan lahan dengan sistem surjan, teknologi pengelolaan hara spesifik, dan teknologi remediasi lahan terdegradasi. Kegiatan aktual yang dapat diupayakan secara langsung untuk optimalisasi produktivitas padi di lahan pasang surut sulfat masam adalah dengan cara perbaikan lingkungan tumbuh, penggunaan varietas adaptif berdaya hasil tinggi, peningkatan indeks pertanaman, perluasan areal tanam, penerapan sistem tanam jarwo super, dan penekanan kehilangan hasil pascapanen dan gangguan OPT.

Pendahuluan

Lahan rawa adalah lahan yang dikategorikan sebagai lahan basah atau lahan yang mengalami genangan air/tergenang secara periodik dan/atau permanen, saat ini dan dimasa datang semakin berperan penting untuk pembangunan pertanian, termasuk dalam upaya peningkatan produktivitas padi. Hal ini antara lain karena sumberdaya air sangat tersedia meskipun masih perlu penataan. Lahan rawa dibedakan atas lahan rawa pasang surut dan lahan rawa lebak. Lahan rawa pasang surut memiliki potensi sangat besar

untuk pertanian dan sudah lama dimanfaatkan secara tradisional oleh petani dan masyarakat lokal untuk budidaya tanaman, terutama padi.

Pemerintah baru membuka dan mereklamasi lahan tersebut seluas 2,27 juta ha, sedangkan potensi lahan yang sesuai untuk pertanian dan belum direklamasi ada sekitar 7,26 juta ha. Lahan pasang surut yang telah dimanfaatkan untuk pertanian baru seluas 1,43 juta ha. Luas lahan potensial tersedia untuk padi sawah di lahan rawa pasang surut pada areal penggunaan lain dan hutan produksi konversi, dan hutan produksi sekitar 2,07 juta ha (BBSDLP, 2014). Dari luasan sekitar 20,14 juta hektar lahan pasang surut, sekitar 20,1% atau 6,70 juta ha merupakan lahan sulfat masam, lainnya berupa lahan potensial, salin, dan gambut. Masih terdapat sekitar 2,07 juta ha lahan rawa pasang surut yang berpotensi menjadi sulfat masam.

Pengembangan lahan pasang surut sulfat masam untuk pertanian menghadapi beberapa masalah, seperti kemasaman tanah, kelarutan Fe, Al dan Mn tinggi, dan penurunan basa-basa tertukar. Hal ini dapat mengakibatkan tanaman terutama padi mengalami cekaman atau keracunan. Untuk meningkatkan produktivitas padi (jagung dan kedelai), saat ini Pemerintah melakukannya melalui program upaya khusus (UPSUS) pajale. Khusus padi, implementasi program upsus tersebut seperti rehabilitasi jaringan irigasi, optimasi lahan melalui peningkatan indeks pertanaman, pengembangan *System of Rice Intensification* (SRI), gerakan Pengelolaan Tanaman Terpadu (GP-PPT), penggunaan alsintan, benih unggul dan bermutu, dan pupuk berimbang.

Penerapan pengelolaan tanaman terpadu (PTT) dapat melalui penerapan sistem tanam jajar legowo yang bertujuan untuk meningkatkan indeks pertanaman sebesar 0,5% dan produktivitas 0,3 t GKP/ha. Untuk lahan rawa pasang surut penekanan tata air dengan pengelolaan air sesuai dengan tipe luapan airnya. Pada lahan pasang surut tipe luapan A dapat menggunakan sistem aliran satu arah (*one-way flow system*), tipe luapan B menggunakan sistem aliran satu arah dan/atau dengan tabat konservasi, tipe C dan D menggunakan sistem tabat (*stop-log*).

Potensi lahan rawapasang surut untuk meningkatkan produksi padi nasional terbuka lebar. Hasil analisis potensi produksi dari lahan rawa pasang surut, jika dilakukan optimalisasi (peningkatan produktivitas, perluasan areal tanam, dan peningkatan intensitas tanam) dari 2,27 juta ha yang terdapat di provinsi Jambi, Riau, Sumsel, Lampung, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Barat, Sulawesi Barat dan Sulawesi

Tengah dapat diperoleh delta produksi sekitar 2,70 juta t GKG/tahun. Meskipun demikian, sumbangan produksi padi dari lahan rawa pasang surut saat ini masih rendah (antara 600-700 ribu ton gabah/tahun atau 1,5% produksi nasional 62,56 juta ton gabah dengan produktivitas antara 3,0-5,0 t GKG/ha atau rata-rata 4,5 t GKG/ha). Padahal dilaporkan produktivitas padi di rawa lahan pasang surut daerah rawa Telang, Sumatera Selatan dapat mencapai 7-8 t GKG/ha, dengan pengelolaan yang baik, menggunakan varietas unggul, pupuk, dan pestisida (Susanto, 2009).

Tulisan ini memaparkan strategi optimalisasi pemanfaatan lahan rawa pasang surut sulfat masam untuk meningkatkan produktivitas padi menggunakan berbagai teknologi hasil penelitian di lahan rawa.

Agroekologi Lahan Rawa Pasang Surut Sulfat Masam

Agroekosistem lahan rawa pasang surut sulfat masam dapat dibagi berdasarkan jenis tanah dan tipe luapan air. Berdasarkan jenis tanahnya, lahan sulfat masam dibedakan menjadi lahan sulfat masam potensial dan aktual, sedangkan berdasarkan tipe luapannya dibagi menjadi tipe luapan A, B, C, dan D (Widjaja-Adhi, 1992). Lahan sulfat masam potensial (SMP) adalah lahan/tanah yang mempunyai bahan sulfidik (pirit) pada kedalaman 0 - < 100 cm dari permukaan tanah. Pirit pada tipologi ini dalam keadaan reduksi. Lahan SMP mempunyai pH > 3,5 yang makin tinggi selaras dengan kedalaman tanah. Masalah lahan ini relatif kurang karena risiko terjadinya oksidasi pirit relatif lebih kecil. Lahan sulfat masam aktual (SMA) merupakan lahan/tanah yang mempunyai pH tanah lapang < 3,5, mempunyai horizon sulfurik atau tanda-tanda horizon sulfurik yang disebabkan teroksidasinya pirit, yang terjadi akibat drainase berlebihan. Apabila pH tanah lapang mencapai < 3,5 dapat mengakibatkan kisi-kisi liat hancur, sehingga ion Al^{3+} sangat mendominasi dalam kompleks jerapan (Widjaja-Adhi, 1995).

Lahan sulfat masam potensial dibagi menjadi dua tipologi lahan, yaitu aluvial bersulfida sangat dalam dan dalam, sedangkan lahan sulfat masam aktual dibagi menjadi lahan aluvial bersulfida dangkal, bersulfida dangkal bergambut, bersulfat 1, 2, dan 3 (Widjaja-Adhi, 1995). Secara lebih rinci penciri lahan sulfat masam potensial dan lahan sulfat masam aktual disajikan dalam Tabel 1. Titik berat dari penciri dalam Tabel 1 adalah kedalaman lapisan pirit dan pH tanah. Lahan sulfat masam potensial dapat berubah menjadi lahan sulfat masam aktual, dan sebaliknya. Jika lahan sulfat masam potensial mengalami

oksidasi akibat drainase yang berlebihan atau kekeringan, maka lahan tersebut akan berubah menjadi lahan sulfat masam aktual. Sebaliknya, jika lahan sulfat masam aktual diperlakukan dengan penggenangan, pengeringan, pencucian, dan pemberian bahan organik dalam waktu yang panjang (Sabiham, 2013).

Tabel 1. Tipologi lahan sulfat masam dan penciri utamanya

Kelompok	Tipologi lahan	Simbol	Kedalaman Lapisan Sulfida dan Kemasaman (pH)
Lahan sulfat masam Potensial	Aluvial bersulfida sangat dalam	SMP-3	>100 cm, adanya bahan sulfida/pirit, pH >4,0-4,5
	Aluvial bersulfida dalam	SMP-2	50 – 100 cm, adanya bahan sulfida/ pirit, pH > 4,0
Lahan sulfat masam actual	Aluvial bersulfida dangkal	SMP-1	< 50 cm, adanya bahan sulfida/pirit, pH 3,5-4,0
	Aluvial bersulfida dangkal bergambut	HSM/G-0	< 50 cm; bergambut < 50 cm
	Aluvial bersulfat-1	SMA-1	<100 cm, belum ada ciri horizon sulfurik, pH >3,5 dan tampak bercak berpirit
	Aluvial bersulfat-2	SMA-2	<100 cm, adanya ciri horizon sulfurik, pH <3,5
	Aluvial bersulfat-3	SMA-3	>100 cm, adanya ciri horizon sulfurik, pH <3,5

Sumber: Widjaja Adhi (1995)

Salah satu kekhasan lahan pasang surut sulfat masam adalah adanya mikroorganisme yang adaptif dan *establish* dengan lingkungannya yang masam. Beberapa dari mikroorganisme tersebut seperti *Thiobacillus ferrooxidans* yang mampu mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} dan pirit (FeS_2) dalam suasana asam, *T. acidophilus*, yang dapat mengoksidasi pirit, dan (3) *T. thiooxidans* yang dapat mengoksidasi sulfur dan pirit (Subba-Rao, 1994).

Berdasarkan tipe luapan airnya pada musim hujan, lahan rawa pasang surut sulfat masam dibagi dalam empat tipe luapan, yaitu tipe luapan A, B, C dan atau D (Widjaya-Adhiet *al.*, 1992). Tipe luapan A, daerah lahan sulfat masam yang selalu mendapat luapan pasang baik pasang tunggal (purnama) maupun pasang ganda (perbani) serta mengalami drainase harian. Wilayah ini meliputi pesisir pantai dan sepanjang tepian sungai besar. Tipe luapan B, daerah lahan sulfat masam yang mendapat luapan hanya saat

pasang tunggal (purnama), tetapi mengalami drainase harian. Wilayah ini menjorok ke pedalaman sejauh $< 50\text{-}100$ km dari tepian sungai. Tipe luapan C, daerah lahan sulfat masam yang tidak terluapi, tetapi mengalami drainase permanen. Pengaruh pasang melalui resapan (*seepage*) dan kedalaman muka air tanah < 50 cm dari permukaan tanah. Tipe luapan D, daerah lahan sulfat masam yang tidak terluapi oleh air samasekali dan mengalami drainase secara terbatas, kedalaman muka air tanah > 50 cm dari permukaan tanah. Kawasan ini dapat disebut sebagai lahan kering di kawasan lahan rawa pasang surut.

Lahan yang pada musim hujan terluapi, tetapi pada musim kemarau tidak terluapi air pasang dikenal dengan tipe peralihan A/B, B/C dan C/D. Demikian juga dengan kegiatan reklamasi atau pembuatan jaringan tata air yang dapat merubah tipe luapan. Saluran-saluran tata air menyebabkan jangkauan air pasang lebih menjorok ke pedalaman sehingga daerah yang awalnya tipe luapan C atau D dapat menjadi tipe luapan B atau C. Sebaliknya, terjadinya drainase akibat dibangunnya jaringan tata air dapat merubah tipe luapan tipe B atau C menjadi tipe C atau D. Contoh kasus di lahan pasang surut sulfat masam Barambai, Sakalagun, Belawang, Sei Seluang, Sie Muhur, yang termasuk dalam kawasan Pulau Petak, Kalimantan Selatan, semula tipe luapan B setelah reklamasi berubah menjadi tipe C (Noor, 2004).

Hasil pengukuran tinggi muka air pada pasang tunggal antara musim hujan dengan musim kemarau berbeda antara tipe A dan tipe B. Pada lahan tipe A selisih tinggi muka air mencapai 30 cm, sedangkan pada tipe B mencapai 40 cm. Tinggi muka air pada musim hujan di lahan tipe C mencapai 65 cm, sedangkan pada musim kemarau merosot menjadi > 70 cm di bawah permukaan tanah (AARD & LAWOO, 1992; Noor, 2004).

Peluang Peningkatan Produktivitas Padi

Tanaman padi merupakan komoditas strategis yang paling eksis dan *establish* dibudidayakan di lahan rawa pasang surut sulfat masam. Budidaya padi di lahan rawa pasang surut sulfat masam sebagian masih bersifat tradisional dengan menanam varietas lokal berumur dalam dengan potensi hasil rendah antara 1,5-2,0 t GKG/ha (Khairullah, 2007; Saragih dan Nurzakiah, 2011). Karena berumur dalam (8-11 bulan dari biji ke biji), penanaman varietas lokal ini hanya dapat dilakukan sekali setahun. Masa terlama dalam fase pertumbuhan varietas lokal adalah saat pembibitan, yang dapat memakan waktu sampai empat bulan. Produktivitas padi lokal sulit ditingkatkan

meskipun dengan pemberian input yang tinggi. Meskipun demikian salah satu kelebihan varietas lokal adalah faktor adaptabilitas dan akseptabilitasnya yang tinggi.

Sejalan dengan kemajuan inovasi pertanian, penanaman varietas unggul di lahan sulfat masam menunjukkan tingkat produktivitas yang lebih tinggi dibanding varietas lokal. Dengan input dan pengelolaan yang baik, varietas unggul dapat mencapai hasil 4,80-6,61 t GKG/ha (Widjaja- Adhi dan Alihamsyah, 1998; Balittra, 2013). Selain peningkatan produktivitas, penanaman varietas unggul juga dapat meningkatkan indeks pertanaman (IP) menjadi dua atau tiga kali setahun (IP 200-300), mengingat umurnya pendek.

Hasil penelitian Rina dan Syahbuddin (2013), menunjukkan bahwa usahatani padi unggul – unggul (IP 200) pada lahan sulfat masam tipe luapan Adan B lebih menguntungkan, sedangkan pada tipe luapan C padi lokal (IP 100) lebih menguntungkan. Hal senada dikemukakan oleh Ar-Riza *et al.* (2003) bahwa usahatani di lahan sulfat masam untuk tipe luapan A, selain padi (lokal) juga harus dibarengi dengan jeruk, atau kelapa. Untuk tipe luapan B, selain padi unggul juga perlu ditanam nenas, tomat, cabai, dan jeruk; sedangkan pada tipe luapan C paling unggul adalah padi lokal kemudian kacang tanah dan kedelai. Dengan demikian dari komoditas padi menjadi penting pada ketiga tipologi luapan tersebut, sehingga sangat berpeluang ditingkatkan produktivitasnya dengan inovasi teknologi pertanian, khususnya untuk lahan rawa pasang surut. Menurut Khairullah (2016), pemilihan varietas padi yang menguntungkan untuk dibudidayakan dengan syarat potensi hasil tinggi, adaptabilitas, permintaan pasar, preferensi, umur dan tinggi tanaman, dan tahan hama dan penyakit utama.

Ketersediaan Teknologi Inovasi Pertanian

Teknologi inovasi pertanian di lahan rawa pasang surut sulfat masam telah tersedia melalui hasil-hasil penelitian. Teknologi tersebut antara lain pengelolaan air, penataan lahan, pengelolaan hara dan tanaman, serta remediasi lahan rawa terdegradasi. Pengelolaan air merupakan kunci keberhasilan pengelolaan lahan di lahan rawa pasang surut. Karena kondisi fisiko-kimia tanahnya yang kurang subur, pengelolaan hara disertai adaptasi tanaman menjadi sangat penting. Pada lahan pasang surut yang terdegradasi diperlukan pemulihan (remediasi) lahan baik secara kimia maupun biologi.

Teknologi pengelolaan air skala mikro

Pengelolaan atau tata air mikro bertujuan untuk (a) menyediakan air sesuai kebutuhan tanaman, (b) menyimpan air pada saat kemarau dan membuang air saat musim hujan atau pasang besar, (c) mencuci senyawa beracun saat air keluar dan menambah hara saat air masuk, dan (d) mencegah degradasi lahan akibat kekeringan dan atau kebakaran lahan. Sistem pengelolaan (tata) air untuk tanaman padi yang dapat diterapkan di lahan rawa pasang surut sulfat masam terdiri atas: (1) sistem tata air satu arah, (2) sistem tabat, (3) sistem tata air satu arah dan tabat konservasi (disingkat SISTAK) (Nursyamsi *et al.*, 2014).

Sistem tata air satu Arah (*one-way flow system*) adalah model tata air, dimana air masuk (irigasi) dan keluar (drainase) melalui saluran yang berbeda sehingga secara berkala terjadi pergantian air mengikuti siklus satu arah. Sistem ini memerlukan pintu air (*flapgate* dan *stoplog*) pada muara saluran. Sistem tata air ini cocok untuk rawa pasang surut tipe A dan B (Gambar 1a).

Sistem tabat yaitu sistem tata air dengan membuat dam/tabat pada muara saluran sekunder atau tersier, sehingga air dapat dipertahankan. Sistem ini cocok untuk lahan tipe C atau D yang mengalami drainase harian sehingga pada saat kemarau muka air tanah (*ground water level*) dapat turun mencapai > 1 m yang berakibat tanaman kekurangan air. Tinggi tabat bervariasi tergantung kebutuhan, berkisar 30-60 cm di bawah permukaan tanah (Gambar 1b).

Sistem tata air yang menggabungkan antara tata air satu arah dan tabat disebut Sistem Tata Air Satu Arah dan Tabat Konservasi (SISTAK). Sistem ini cocok untuk tipe luapan B yang tidak terluapi air pasang pada musim kemarau. Pada tipe luapan B yang terluapi air pasang di musim kemarau cukup diterapkan tata air satu arah (Gambar 1c) (Noor, 2013).

(1a)



(1b)



(1c)

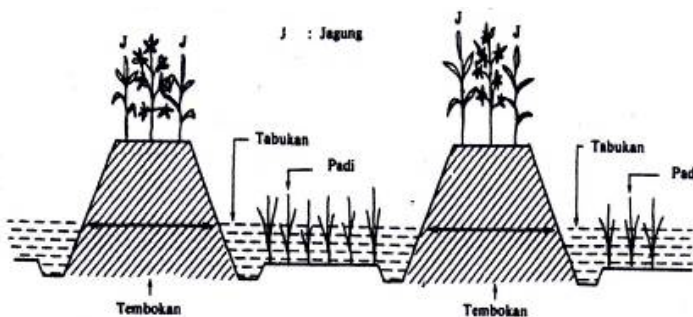
Gambar 1. a. Sistem tata air satu arah dan model pintu air (*flapgate*); b. Model tabat untuk mempertahankan muka air tanah, terbuat dari beton; c. Pintu air pada system tata air satu arah dan tabat konservasi (SISTAK) (Sumber : Dok. Balittra)

Teknologi penataan lahan dan tanaman dengan sistem surjan

Lahan sulfat masam yang memiliki kedalaman pirit >50 cm pada tipe luapan B dan C diarahkan untuk sistem surjan. Sistem surjan memiliki dua dimensi, yaitu dimensi tabukan untuk persawahan dan dimensi tembokan untuk tanaman palawija/hortikultura. Sistem surjan memiliki beberapa keuntungan, antara lain; (1) meningkatkan intensitas penggunaan lahan, (2) menambah keragaman komoditas yang diusahakan, (3) menekan resiko kegagalan panen, dan (4) meningkatkan pendapatan (Balittra, 2011). Menurut Antarlina *et al.* (2005) pada lahan surjan terjadi penurunan kadar Fe dari bulan pertama sampai kelima, sedangkan sulfat meningkat pada bulan pertama dan kedua dan menurun setelah bulan ketiga.

Penataan tanaman untuk mencapai hasil maksimal dengan cara memilih, menata dan mengelola komoditas berdasarkan kesesuaian lahan dan kebutuhan pasar. Penataan komoditas tanaman bersifat spesifik lokasi, karena tidak semua komoditas dapat adaptif di lahan sulfat masam. Pola tanam yang sudah dikembangkan diantaranya pola tanam padi sekali setahun, sawit dupa (padi lokal-padi unggul/ IP180) dan duwit dupa (padi unggul-padi unggul). Pada bagian tembokan dapat ditanam berbagai macam tanaman palawija (jagung, kacang-kacangan), sayuran (sawi, bayam), dan hortikultura (jeruk, rambutan) (Gambar 2).

Salah satu teknologi inovatif untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi adalah penanaman varietas unggul baru yang adaptif, potensi hasil tinggi, dan umur genjah. Varietas padi unggul baru spesifik lahan sulfat masam, antara lain Margasari, Martapura, Inpara-1,2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Inpara-2, Inpara-3, dan Inpara-4 berumur 115-135 hari, toleran terhadap genangan, keracunan Fe, dan kemasaman tanah dengan hasil 3,5 - 5,0 t/ha, sedangkan Inpara-1 dan Inpara-5 agak toleran terhadap cekaman tersebut (Koesrini dan Nursyamsi, 2012). Menurut Khairullah (2016). Pemilihan varietas yang tepat sangat penting agar selisih antara potensi hasil dan hasil faktual di lapangan tidak lebar. Pemilihan varietas yang akurat akan meningkatkan hasil padi dan produktivitas lahan rawa. Pemilihan varietas ini ditentukan oleh beberapa faktor seperti potensi hasil tinggi, toleran cekaman abiotik, permintaan pasar, preferensi, umur dan tinggi tanaman, dan tahan hama dan penyakit tanaman. Untuk lahan rawapasang surut ditentukan pula oleh jenis tanah (potensial, sulfat masam, salin, bergambut) dan tipe luapan airnya (tipe A, B, C, D).



Gambar 2. Model surjan pada lahan sulfat masam (tabukan untuk padi, tembokan untuk palawija/hortikultura) (Dok. Balittra)

Teknologi pengelolaan hara spesifik lokasi

Pengelolaan hara di lahan sulfat masam mencakup teknologi ameliorasi dan pemupukan. Teknologi ini bersifat spesifik sesuai dengan karakteristik tanah sulfat masam yang memiliki ciri yang khas. Ameliorasi lahan merupakan tindakan memberikan bahan amelioran untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah sehingga kondisi tanah menjadi lebih sesuai bagi tanaman. Petani di lahan sulfat masam menggunakan beberapa bahan amelioran, antara lain bahan organik, pupuk organik, kompos, gipsum, fosfat alam, biochar dan kapur. Selain pupuk kandang, petani bisa menggunakan jerami padi dan gulma *insitu* dengan teknologi *tapulikampar*. Kegiatan ini merupakan proses pengomposan secara alami pada kondisi anaerobik yang dapat mengurangi kehilangan nitrogen dan mengkhelat unsur Fe dan Al.

Pemupukan bertujuan untuk menambah unsur hara dari luar ke dalam tanah agar tingkat ketersediaannya meningkat. Penambahan unsur hara dilakukan berdasarkan status hara tanah dan kebutuhan tanaman agar kondisi hara dalam tanah berimbang atau sesuai target produktivitas tanaman yang akan dicapai. Penentuan takaran N, P dan K berdasarkan uji tanah dapat menggunakan alat Perangkat Uji Tanah Rawa (PUTR), sedangkan pemberian pupuk N susulan menggunakan Bagan Warna Daun (BWD). Selain itu software *Decision Support System* (DSS) dapat digunakan untuk rekomendasi pemupukan padi. Aplikasi DSS ini dapat diakses di website Balittra (www.balittra.litbang.deptan.go.id) (Alwi, 2013).

Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dapat dilakukan dengan pemberian pupuk hayati yakni Biotara dan Biosure. Biotara merupakan pupuk hayati yang terdiri dari konsorsia mikroba dekomposer (*Trichoderma sp*), pelarut-P (*Bacillus sp*), dan penambat N (*Azospirillum sp*) yang dapat meningkatkan hasil padi sampai 20% dan mengefisienkan penggunaan pupuk NPK sebesar 30%. Biosure merupakan pupuk hayati yang terdiri dari konsorsia bakteri pereduksi sulfat (*Desulfovibrio sp*) yang berperan dalam proses reduksi sulfat sehingga dapat meningkatkan pH tanah dan produktivitas tanaman padi (Mukhlis *et al.*, 2010).

Teknologi remediasi lahan terdegradasi

Remediasi adalah kegiatan pemulihan tanah yang sudah mengalami degradasi baik secara fisik, kimia, maupun biologi. Proses ini dapat meningkatkan pH, retensi air dan hara, aktivitas biota tanah dan mengurangi

keracunan dan pencemaran. Remediasi dapat dilakukan dengan (1) remediasi hayati menggunakan mikroorganisme; (2) remediasi kimia menggunakan kapur/dolomit, zeolit, arang aktif, biochar dan resin; dan (3) remediasi secara fisik dengan cara pengenceran dan pencucian. Secara alami, remediasi secara fisik dengan adanya hujan, kemudian air hujan tersebut mengencerkan larutan yang ada di lahan untuk selanjutnya dikeluarkan melalui mekanisme surutnya air (Nursyamsi *et al.*, 2014).

Salah satu teknologi percepatan perbaikan produktivitas lahan pasang surut sulfat masam terdegradasi adalah dengan pelindian. Pelindian menurunkan kadar Fe tanah, Fe air dan S-pirit, tetapi meningkatkan pH tanah. Kadar Fe tanah terlarut menurun dari >600 ppm menjadi sekitar 100 ppm. Pertumbuhan tanaman padi pada lahan sulfat masam terdegradasi juga meningkat dengan pelindian (Alwi *et al.*, 2013). Formula pupuk mikroba pengoksidasi pirit dan pencucian selang sehari dan 3 hari menurunkan kadar S-pirit, sulfat, dan besi. Di sisi lain aplikasi formula pupuk mikroba dan pencucian ini meningkatkan pH tanah dan kandungan hara tanah (N-total, P-Bray I, Ca-dd, Mg-dd, K-dd) (Mukhlis, 2013).

Upaya peningkatan produktivitas padi

Produktivitas padi di lahan pasang surut sulfat masam dapat ditingkatkan melalui beberapa pendekatan kegiatan, seperti perbaikan lingkungan tumbuh, penggunaan varietas unggul adaptif dan potensi hasil tinggi, peningkatan indeks pertanaman, perluasan areal tanam, penerapan sistem tanam jarwo super, penekanan kehilangan hasil pascapanen dan gangguan OPT.

A. Perbaikan lingkungan tumbuh

Perbaikan lingkungan tumbuh yang dimaksud disini adalah perbaikan kesuburan lahan persawahan dengan pemberian amelioran dan pupuk. Hal ini sangat penting karena persawahan yang intensif digunakan cenderung menipiskan kadar bahan organik tanahnya yang pada gilirannya menjadikan tanah tersebut menjadi jenuh dan pejal. Pemberian bahan amelioran dan pupuk (termasuk pupuk organik) menjadi sebuah keniscayaan untuk mempertahankan keberlanjutan persawahan di lahan rawapasang surut sulfat masam.

Pemupukan bertujuan untuk menambah unsur hara dari luar ke dalam tanah agar tingkat ketersediaannya meningkat. Penambahan unsur hara dilakukan berdasarkan status hara tanah dan kebutuhan tanaman agar kondisi hara dalam tanah berimbang atau sesuai target produktivitas tanaman yang akan dicapai. Penentuan takaran N, P dan K berdasarkan uji tanah dapat menggunakan alat Perangkat Uji Tanah Rawa (PUTR), sedangkan pemberian pupuk N susulan menggunakan Bagan Warna Daun (BWD). Selain itu software *Decision Support System* (DSS) dapat digunakan untuk rekomendasi pemupukan padi. Aplikasi DSS ini dapat diakses di website Balittra (www.balittra.litbang.deptan.go.id). Perangkat lunak DSS ini memberikan informasi tentang pengelolaan hara (pemupukan N, P, K, kapur, dan bahan organik) yang bersifat spesifik lokasi untuk tanaman padi di lahan rawa pasang surut berdasarkan tipe luapan dan tipologi lahannya (Alwi, 2013).

Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dapat dilakukan dengan pemberian pupuk hayati yakni Biotara dan Biosure. Biotara merupakan pupuk hayati yang terdiri dari konsorsia mikroba dekomposer (*Trichoderma* sp.), pelarut-P (*Bacillus* sp.), dan penambat N (*Azospirillum* sp.) yang dapat meningkatkan hasil padi sampai 20% dan mengoptimalkan penggunaan pupuk NPK sebesar 30%. Biosure merupakan pupuk hayati yang terdiri dari konsorsia bakteri pereduksi sulfat (*Desulfovibrio* sp.) yang berperan dalam proses reduksi sulfat sehingga dapat meningkatkan pH tanah dan produktivitas tanaman padi (Mukhlis *et al.* 2010).

B. Penggunaan varietas unggul, adaptif dan potensi hasil tinggi

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan varietas padi di lahan rawa adalah potensi hasil tinggi, toleran cekaman abiotik (adaptabilitas), permintaan pasar, preferensi, umur tanaman, tinggi tanaman, dan ketahanan hama dan penyakit (Khairullah, 2016). Potensi hasil yang tinggi menjadi fokus utama dalam pemilihan varietas padi di lahan rawa. Di lahan lebak, hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi hasil tinggi, selain adaptabilitas, sebagai faktor penting pemilihan varietas dengan nilai skor tinggi 4,02 (Koesrini, 2015). Varietas padi dengan potensi hasil tinggi hanya dapat diperoleh dari varietas unggul. Di lahan rawa, suatu varietas dengan potensi hasil tinggi belum tentu dapat menunjukkan potensi hasilnya tersebut, karena tingkat adaptasinya yang rendah. Sebaliknya varietas dengan potensi hasil rendah (varietas lokal) sering lebih dapat beradaptasi.

Di lahan pasang surut sulfat masam, cekaman utama adalah konsentrasi Fe dan Al tanah tinggi dan pH rendah. Cekaman di lahan salin adalah salinitas, sedangkan di lahan gambut kahat unsur hara mikro Cu dan Zn. Pada lahan lebak cekaman utamanya adalah genangan air, di mana pada lahan lebak dangkal dapat terjadi kekeringan di musim kemarau, sedangkan di lahan lebak tengahan dan dalam adalah genangan dalam di musim hujan. Adanya perubahan iklim yang semakin berdampak pada kekeringan dan genangan yang dalam harus menjadi pertimbangan khusus dalam pemilihan varietas. Varietas padi dengan tingkat toleransi tinggi terhadap cekaman tanah dan air lebih cepat dipilih petani, meskipun kadang-kadang potensi hasilnya tergolong relatif rendah. Adaptasi varietas menjadi faktor utama di lahan pasang surut agar varietas unggul tersebut dapat diadopsi petani (Rina dan Koesrini, 2014).

Sebaran varietas yang dominan berkaitan erat dengan permintaan pasar atau harga jualnya tinggi. Kondisi di lahan pasang surut Kalimantan Selatan dan Tengah yang sebagian besar ditanami varietas lokal adalah karena harga jualnya yang tinggi (Khairullah, 2007). Apalagi sering terjadi pihak pembeli sudah menunggu di pinggir sawah untuk hasil panen padi petani.

Faktor preferensi berkaitan dengan harga jual yang tinggi. Antar daerah di wilayah lahan rawa terdapat preferensi yang berbeda terhadap suatu varietas. Di lahan rawa Sumatera dan Sulawesi pada umumnya menyukai varietas dengan tekstur nasi pulen, sebaliknya di Kalimantan Selatan dan Tengah dengan tekstur nasi pera. Selain tekstur nasi tersebut, hal yang juga menentukan preferensi tersebut adalah beras jernih dan terawang (*translucent*), serta ukuran gabah kecil-ramping. Hasil uji preferensi beberapa varietas Inpara menunjukkan bahwa 75% responden memilih varietas dengan bentuk gabah panjang ramping dan 60% menyukai rasa/tekstur nasi pera (Ningsih dan Khairatun, 2013). Varietas dengan potensi hasil tinggi disertai rasa nasi yang disukai lebih cepat dipilih petani.

Kriteria umur tanaman padi adalah umur dalam (>165 hari), sedang (125-164 hari), genjah (105-124 hari), sangat genjah (90—104 hari), dan ultra genjah (<90 hari). Umur tanaman menentukan indeks pertanaman (IP), di mana varietas berumur genjah atau sangat genjah dapat meningkatkan IP menjadi 300 atau 400. Di lahan rawa, umur sangat genjah menjadi penting untuk meniadakan terjadinya salinitas pada lahan pasang surut tipe A dan terjadinya kekeringan pada lahan lebak dangkal di musim kemarau. Meskipun tanaman tinggi dapat menurunkan intersepsi cahaya matahari ke

daun bagian bawah, tetapi di lahan rawa sifat ini menjadi cukup penting. Berdasarkan *Standard Evaluation System for Rice* (IRRI, 1996), tinggi tanaman padi digolongkan menjadi tiga (3) kelompok, yaitu rendah (<100 cm), sedang (110-130 cm), dan tinggi (>130 cm). Tanaman yang tinggi dapat mengimbangi tinggi genangan di lahan sawah terutama lahan pasang surut tipe A dan lahan lebak tengahan pada musim hujan. Tanaman yang tinggi memungkinkan malai-malai padi berada di atas genangan dan dapat berkembang dengan baik.

Hama utama yang menyerang tanaman padi adalah tikus dan wereng coklat, sedangkan penyakit utama adalah tungro, blas, dan hawar daun bakteri. Hasil observasi terhadap serangan tungro dan blas pada pertanaman varietas unggul Inpara menunjukkan bahwa Inpara 5 terserang blas dan Inpara 1 terserang tungro, sedangkan Inpara 4 tahan kedua penyakit tersebut (Koesrini *et al.*, 2014). Pemilihan varietas yang tahan hama dan penyakit akan mempercepat penyebaran varietas unggul baru padi di lahan rawa.gabah kecil-ramping. Hasil uji preferensi bererapa varietas Inpara menunjukkan bahwa 75% responden memilih varietas dengan bentuk gabah panjang ramping dan 60% menyukai rasa/tekstur nasi pera (Ningsih dan Khairatun, 2013). Varietas dengan potensi hasil tinggi disertai rasa nasi yang disukai lebih cepat dipilih petani.

C. Peningkatan indeks pertanaman

Indeks pertanaman adalah hitungan rata-rata kali tanam dalam satu tahun. Indeks pertanaman (IP) 300 bermakna tiga kali tanam dalam satuan luasan tertentu, misalnya 1 ha, dalam satu tahun. Tujuannya selain peningkatan produktivitas juga efisiensi penggunaan lahan. Manfaat peningkatan indeks pertanaman adalah dapat mengatasi fluktuasi produktivitas dan penurunan luas tanam, serta meningkatkan konservasi tanah dan air.

Indeks pertanaman padi di lahan rawa pasang surut sulfat masam masih rendah, yaitu IP 100 atau pertanaman hanya dilakukan sekali dalam setahun. Hal ini misalnya terdapat di lahan rawa pasang surut sulfat masam Tambang Catur dan Anjir Serapat (Kabupaten Kapuas, Kalteng) atau Anjir Muara dan Karang Indah (Kabupaten Barito Kuala, Kalsel). Namun ada juga daerah pasang surut sulfat masam yang menerapkan tanam padi dua kali setahun (IP 200) seperti di Karang Bunga (Kabupaten Barito Kuala), Terusan

(Kab.Kapuas, Kalimantan Tengah), Telang (Kab.Musi Banyuasin, Sumatera Selatan), Kualo Sekampung (Kab. Sragi, Lampung).

Peningkatan indeks pertanaman dapat berdampak pada peningkatan produktivitas padi di lahan rawa pasang surut sulfat masam. Secara umum di lahan rawa pasang surut *eksisting* yang sudah direklamasi seluas 704.625 ha dengan peningkatan IP, tambahan produksi sekitar 1.680.000 ton dengan asumsi sasaran produktivitas 4,0 t/ha GKG. Pada lahan rawa pasang surut yang terlantar dengan sasaran produktivitas 3,0 t/ha GKG pada luasan 395.953 ha, tambahan produksi sekitar 765.000 ton GKG. Dengan demikian tambahan produksi total dari peningkatan IP di lahanrawapasang surut dapat mencapai 2.445.000 ton GKG (Haryano, 2013).

D. Perluasan areal tanam

Perluasan areal lahan rawa pasang surut sulfat masam terbuka luas mengingat potensi lahan rawa pasang surut yang cocok untuk pertanian ada sekitar antara 14,97 juta ha (BBSDLP 2014). Total lahan rawa pasang surut yang telah diusahakan baik direklamasi oleh penduduk lokal maupun oleh pemerintah melalui program transmigrasi kurang lebih baru 4,1 juta hektar. Dari total luas yang telah direklamasi tersebut, sekitar 3 juta hektar direklamasi oleh penduduk lokal, dan sisanya 1,1 juta hektar direklamasi oleh pemerintah melalui program transmigrasi.

Pada umumnya lahan rawa pasang surut yang direklamasi oleh penduduk lokal berada di sepanjang sungai yang lahannya relatif subur dan terluapi oleh air pasang atau tipe luapan A dan B tetapi hanya ditanami padi lokal berumur panjang satu kali setahun. Pertanaman padi lokal ini oleh petani setempat karena kondisi tata air yang belum tertata, sehingga air tidak bisa dikendalikan dan genangan cukup dalam. Bibit padi lokal yang sudah besar, kuat, dan berumur tua sekitar 4 bulan adaptif untuk ditanam pada kondisi demikian. Lahan rawa pasang surut tipe C dan D yang tidak terluapi air pasang baik pada saat pasang besar maupun pasang kecil biasanya ditempatkan untuk lokasi transmigrasi sekaligus persawahan untuk varietas unggul.

Program pencetakan sawah baru saat ini merupakan momentum perluasan areal tanam padi, termasuk di lahan rawa pasang surut sulfat masam. Hanya saja yang perlu diperhatikan dalam pencetakan sawah baru di lahan rawa pasang surut sulfat masam adalah kedalaman pirit. Jeluk pirit yang dangkal dapat menyebabkan tereksposnya pirit (pirit teroksidasi) yang dapat menyebabkan kemasaman tanah. Akibat selanjutnya terjadinya

kelurutan besi yang sangat tinggi dan dapat meracuni tanaman padi saat awal tanam. Tindakan bijak dengan membuang air yang terlarut besi tinggi yang terdapat dipetakan sawah (drainase) kemudian memberinya bahan ameliorasi sebelum tanam padi.

E. Penerapan sistem tanam jarwo super

Jarwo super merupakan teknologi terobosan untuk mengungkit produktivitas padi. Teknologi ini menerapkan berbagai komponen teknologi yang ada guna mengoptimalkan potensi hasil padi. Teknologi yang diimplementasikan untuk jajar legowo super adalah sebagai berikut : varietas Unggul Baru (VUB) potensi hasil tinggi, biodekomposer saat olah tanah, pupuk hayati dan pemupukan berimbang, pengendalian OPT terpadu, dan penggunaan alsintan.

Hasil Dem-area seluas 50 ha di Indramayu menggunakan varietas Inpari 30 Ciherang Sub-1 dengan produktifitas sebanyak 13,9 ton/ha, varietas Inpari 32 HDB sebesar 14,4 ton/ha dan varietas Inpari 33 sebesar 12,4 ton/ha. Rata-rata produktivitas padi pertanamanpetani di sekitar dem-area dengan varietas Ciherang hanya 7,0 ton/ha. Berarti ada kenaikan signifikan hasil padi dengan aplikasi jarwo super.

Penggunaan biodekomposer sebelum pengolahan tanah dimaksudkan mempercepat pengomposan jerami secara insitu dari dua bulan menjadi 1-2 minggu. Biodekomposer merupakan bahan yang mengandung beberapa jenis mikroba perombak bahan organik seperti lignoselulosa. Hasil aplikasi biodekomposer mempercepat perombakan jerami dan mengubah residu organik menjadi bahan organik tanah, meningkatkan ketersediaan NPK, sehingga menekan biaya pemupukan, dan menekan penyakit tular tanah.

Aplikasi pupuk hayati dan pemupukan berimbang berdasarkan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) merupakan salah satu komponen teknologi jarwo super. Pupuk hayati adalah pupuk berbasis gabungan mikroba mikroba non patogenik yang dapat menghasilkan fitohormon (pemacu tumbuh tanaman), penambat Nitrogen dan pelarut Fosfat yang berfungsi meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah. Aktivitas enzimatik dan fitohormon berpengaruh positif terhadap pengambilan hara makro dan mikro tanah, memacu pertumbuhan, pembungaan, pemasakan buah, pematangan dormansi, meningkatkan vigor dan viabilitas benih. Dampaknya mampu meningkatkan efisiensi pemupukan NPK anorganik dan produktivitas tanaman.

Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) menggunakan pestisida nabati dan pestisida anorganik berdasarkan ambang kendali. Pestisida nabati berbahan aktif senyawa eugenol sitroneloldangeraniol. Senyawaeugenol efektif mengendalikan hama tanaman padi seperti wereng batang cokelat. Senyawa sitronelol dan geranioldapat mengusir kehadiran serangga di pertanaman.Kelebihan pestisida nabati memiliki daya racun rendah sehingga pemakaiannya aman bagi manusia dan hewan ternak. Selain itu dapat menjaga kelestarian serangga berguna, serangga penyerbuk dan musuh alami hama sekaligus dapat berperan sebagai pupuk organik.

Penggunaan alsintan untuk tanam dan panen.Penggunaan alat tanam (transplanter)danalat panen (combine harvester).Dengan kombinasi penggunaan alat tersebut, budidaya padi menjadi efisien, produktifitasnya juga meningkat.Melalui teknologi Jajar Legowo Super, produktivitas padi terbukti meningkatkan produktivitas padi hingga mencapai 60-90 persen. Hasil analisis usaha tani teknologi jarwo super menunjukkan bahwa biaya penerapan teknologi ini Rp 8.365.500,0 relatif lebih rendah (2.3 persen), serta memberikan nilai keuntungan yang signifikan yaitu sekitar 151,3 persen (Rp 44.140.940/ha) dibanding dengan penerapan jajar legowo oleh petani di luar dem-area (Rp 17.568.333/ha). Petani yang menerapkan paket teknologi ini secara penuh bisa mendapatkan produksi sekitar 10 ton GKG/ha per musim tanam dengan kata lain ada deltapenambahan produksi sebesar 4 ton GKG/ha per musim tanam dibandingkan dengan rata-rata produksi jajar legowo biasa yanga terapkan disawah irigasi sebesar 6 ton/ha/musim. Pengembangan inovasi teknologi ini guna mengantisipasi menyusutnya lahan pertanian, sementara permintaan terus meningkat. Bila inovasi teknologi *Jajar Legowo Super*ini dikembangkan di 20% dari total lahan pertanian irigasi saja, maka dapat menyumbang kenaikan produksi 3,84 juta ton GKG/tahun.

F. Penekanan kehilangan hasil pascapanen dan gangguan OPT

Pasca panen. Masalah utama yang dihadapi dalam penanganan pascapanen padi adalah tingginya susut (*losses*) baik secara kuantitatif maupun kualitatif.Gabah yang kadar airnya tinggi mempunyai sifat mudah rusak dan akan mengalami susut pada saat penanganan pascapanen dan pengolahan. Hasil survey Badan Pusat Statistik (BPS, 1996) menunjukkan bahwa susut hasil panen padi di Indonesia masih tinggi, yaitu sebesar 20,42% yang terjadi pada saat panen (9,5%), perontokan (4,8%), pengeringan

(2,1%), penggilingan (2,2%), penyimpanan (1,6%) dan pengangkutan (0,2%).

Penanganan pascapanen padi meliputi beberapa tahap kegiatan yaitu penentuan saat panen, pemanenan, penumpukan sementara di lahan sawah, pengumpulan padi di tempat perontokan, penundaan perontokan, perontokan, pengangkutan gabah ke rumah petani, pengeringan gabah, pengemasan dan penyimpanan gabah, penggilingan, pengemasan dan penyimpanan beras. Ada tiga kegiatan utama yang saling terkait satu sama lain untuk mendapatkan beras giling yang mutu serta rendemennya tinggi, yaitu; (1) panen, (2) pengeringan dan (3) penggilingan (Sutrisno dan Raharjo 2004).

Penjemuran atau pengeringan gabah hasil panen merupakan cara untuk mencegah kerusakan gabah atau turunnya mutu gabah/beras. Di lahan rawa pasang surut mengalami kesulitan bila panen terjadi pada musim hujan, dan dibarengi kondisi air tanah yang tinggi (lembab). Penjemuran pada lantai tanah menggunakan alas dari terpal plastik terkendala oleh kondisi tanah yang selalu lembab akibat air pasang yang menggenangi pekarangan terutama pada bulan Januari-Maret. Sehingga gabah yang dihasilkan akan mempunyai kualitas gabah yang rendah, dan apabila digiling akan banyak yang pecah, kandungan menirnya tinggi dan warna berasnya coklat kehitam-hitaman yang disebut sebagai *beras batik*.

Pengeringan gabah dengan menggunakan mesin pengering buatan (*dryer*) modifikasi tipe *flat bed* yang terbuat dari bahan tembok dengan bahan bakar sekam padi menjadi pilihan terbaik untuk mengatasi kendala alam tersebut. Penggunaan bahan bakar sekam padi dapat menghemat penggunaan bahan bakar minyak sekaligus memanfaatkan limbah hasil pertanian. *Box Dryer* adalah mesin yang dapat mengeringkan atau mengeluarkan kandungan air di dalam gabah dengan menggunakan dorongan udara panas yang dilewatkan pada tumpukan gabah. Gabah yang dikeringkan diletakkan di dalam kotak atau *box* dengan ketebalan sekitar 50 cm dan selama proses pengeringan tidak perlu dilakukan pembalikan.

Penggilingan padi adalah proses penghilangan sekam dan dedak untuk mendapatkan beras putih. Ada tiga proses dalam penggilingan padi, yaitu: (i) proses giling satu langkah, yaitu sekam dan dedak dihilangkan dalam satu langkah dan langsung menghasilkan beras putih; (ii) proses dua langkah, yaitu sekam dan dedak dihilangkan secara terpisah, gabah pecah kulit dihasilkan sebagai produk intermediate; (iii) proses multi langkah, yaitu gabah melalui

beberapa proses operasi dan mesin yang berbeda untuk menghasilkan beras putih. Hasil pengkajian Raharjo *et al.*, (2012) di Kecamatan Muara Telang, Kawasan Reklamasi Delta Telang I Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan menunjukkan bahwa susut pengeringan dengan matahari sebesar 2,81%, sedangkan dengan *box dryer* sebesar 7,11%. Pada RMU 1, rendemen giling pada gabah yang dikeringkan dengan *box dryer* (63,5%) lebih tinggi dibandingkan cara penjemuran pada sinar matahari (61,6%). Pada RMU 2, rendemen giling pada gabah menggunakan *box dryer* (61,3%) lebih tinggi dibandingkan cara penjemuran (63,7%). Susut penggilingan pada 2 (dua) *Rice Milling Unit* (RMU) menggunakan *box dryer* (4,99%) lebih rendah dibandingkan cara penjemuran (5,99%).

Kehilangan hasil dalam proses penggilingan disebabkan oleh gabah ikut terbang bersama sekam, gabah dan beras tercecer, dimakan burung, ayam atau tersangkut pada mesin penggilingan (Nugraha *et al.* 2000). Untuk menghasilkan beras bermutu baik dengan tingkat kehilangan hasil rendah, unit penggilingan padi harus menerapkan sistem jaminan mutu (Setyono *et al.* 2006b).

Gangguan OPT. Organisme pengganggu tanaman (OPT) yang terdiri dari gulma, hama, dan penyakit merupakan masalah utama yang sering menyerang tanaman padi di lahan pasang surut sulfat masam. Organisme tersebut apabila tidak dikendalikan dengan benar dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil tanaman. Gulma dapat menurunkan hasil padi hingga 50% karena persaingan terhadap penyerapan hara dan air serta sinar matahari. Batas kritis penutupan gulma 25-30%, apabila penutupan tersebut di atas batas kritis maka diperlu pengendalian. Pengendalian dapat menggunakan herbisida kontak maupun sistemik, yang efektivitasnya tergantung pada jenis gulma sasaran, dosis herbisida, cara dan waktu aplikasi (Simatupang, 2007; Balitbangtan, 2014).

Hama utama yang banyak menyerang padi adalah hama tikus, burung, keong emas, orong-orong dan hama serangga berupa wereng cokelat, hama putih palsu, penggerek batang, sedangkan penyakit utama adalah blas, bercak cokelat, hawar pelepah daun. Pengendalian hama dan penyakit perlu dilakukan secara terpadu (PHT) melalui cara sebagai berikut: (1) menanam varietas toleran atau tahan terhadap serangan hama/penyakit, (2) mengendalikan gulma yang menjadi inang hama dan penyakit, (3) melakukan pergiliran tanaman untuk memutus siklus hama, (4) melakukan tanam

serentak, (5) memperbaiki drainase, (6) mempertahankan musuh alami, (7) menjaga sanitasi lingkungan, (8) menggunakan pestisida dalam batas ambang ekonomi sebagai alternatif terakhir (Balittra, 2015).

Penutup

Lahan rawa pasang surut sulfat masam mempunyai potensi sebagai lahan pertanian untuk budidaya tanaman, khususnya padi. Tanaman padi merupakan komoditas strategis yang paling eksis dan *establish* dibudidayakan di lahan rawa pasang surut sulfat masam. Akan tetapi produktivitas padi di lahan sulfat masam masih rendah, karena faktor lingkungan tumbuh dan varietas yang digunakan potensi hasil rendah. Masalah utama dalam pertanaman padi di lahan sulfat masam adalah adanya lapisan pirit yang bila teroksidasi dapat meningkatkan kemasaman tanah dengan kelarutan Fe dan Al tinggi sehingga dapat meracuni tanaman. Meskipun demikian, berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas padi di lahan sulfat masam dapat ditingkatkan dengan pengelolaan lahan dan tanaman yang baik.

Untuk meningkatkan produktivitas padi di lahan pasang surut sulfat masam telah tersedia teknologi pengelolaan lahan dan tanaman seperti teknologi pengelolaan air skala mikro, teknologi penataan lahan dengan sistem surjan, teknologi pengelolaan hara spesifik, dan teknologi remediasi lahan terdegradasi. Kegiatan aktual yang dapat diupayakan secara langsung untuk optimalisasi produktivitas padi di lahan pasang surut sulfat masam adalah dengan cara perbaikan lingkungan tumbuh, peningkatan indeks pertanaman, perluasan areal tanam, penerapan sistem tanam jarwo super, dan penekanan kehilangan hasil pascapanen dan gangguan OPT.

Daftar Pustaka

- AARD & LAWOO. 1992. Acid Sulphate Soils in The Humid Tropics: Water Managemnt and Soils Fertility. Final Report. AARD-LAWOO. Bogor-Jakarta. The Netherlands.
- Alwi, M. 2013. Pengelolaan hara dan tanaman untuk meningkatkan produktivitas padi lahan rawa. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Antarlina, S.S., Hidayat D. Noor., I. Noor., dan S. Raihan. 2005. Teknologi Peningkatan Produktivitas Lahan dan Kualitas Tanaman Jeruk di Lahan Rawa. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru. 90 Hlm.

- Aribawa, I.B., Suping, S., Widjaja Adhi, IPG., dan. Konstent,JMC. 1990. Relation between hydrology and redox status of acid sulphate soils in Pulau Petak, Indonesia. *In* AARD-LAWOO. Papers Workshop on Acid Sulphate Soils in The Tropics. p. 88-109.
- Ar-Riza,I.,H.Sutikno, dan S. Saragih. 2003. Penataan lahan dan alternatif sistem usahatani berbasis tanaman pangan di lahan pasang surut. *Dalam* Isdijanto, A *et al* (Penyunting). Pros. Sem. Hasil-Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian di Lahan Pasang Surut. Kuala Kapuas, 31 Juli - 1 Agustus 2003. Puslitbang Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Litbang Pertanian.Hlm. 8 – 22.
- Balitbangtan, 2014. Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan (Pedoman Umum). *Dalam* Dedi Nusyamsi, *et al.* (Eds.) Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. IAARD Press. 58 Hlm.
- Balittra.2006. Laporan Hasil Penelitian 2006. Banjarbaru: Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 189 Hlm.
- Balittra.2011. Setengah Abad Balittra: Rawa Lumbung Pangan Menghadapi Perubahan Iklim. Banjarbaru: Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 71 Hlm.
- Balittra.2013.Kajian Penerapan Paket Alat Mesin Budidaya Padi di Lahan Rawa.Balittra dan Balai Besar Mektan.35 Hlm.
- BBSDLP.2011.Laporan Tahunan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. 113 hlm.
- BBSDLP. 2014. Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi Ketersedian. Bogor. 62 hlm.
- BPS Kab Batola.2012. Barito Kuala dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Kuala Marabahan. 90 hlm.
- Haryono. 2013. Lahan Rawa: Lumbung Pangan Masa Depan Indonesia. Cetakan ke 2.IAARD.Jakarta. 142 hlm.
- IRRI. 1996. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute. Manila, the Philipines. 49 p.
- Khairullah, I. 2016. Urgensi pemilihan varietas untuk meningkatkan produktivitas padi di lahan rawa.Makalah diseminarkan pada Semnas BBP2TP di BPTP Kalimantan Selatan, Banjarbaru.
- Khairullah, I, Koesrini., E. William., Fatimah, A.,Sutami., Suhaimi, S., Roesmini, H., dan Murijani, I. 2003. Daya toleransi genotipe tanaman di lahan sulfat masam. Laporan Hasil Penelitian. Balittra-Banjarbaru.
- Khairullah, I, 2007. Keunggulan dan kekurangan varietas lokal padi pasang surut ditinjau dari aspek budidaya dan genetik.*Dalam* Mukhlis, M. Noor, Agus Supriyo, Izzuddin Noor, R. Smith. Simatupang (Eds). Prosiding Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa.
- Koesrini, Eddy William, dan Izhar Khairullah. 2014. Varietas padi adaptif lahan rawa pasang surut. *Dalam* Dedi Nursyamsi dkk. (eds) Teknologi Inovasi Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Kedaulatan Pangan.

- BB Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Balitbangtan. Hlm 97-113. ISBN 978-602-8977-88-3
- Koesrini. 2015. Perbanyakkan benih padi lahan rawa. Laporan Hasil Diseminasi Tahun 2015. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru.
- Koesrini., dan Dedi Nursyamsi. 2012. Inpara: Varietas padi lahan rawa. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.Vol.34 No. 6 Tahun 2012. Bogor: Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. Hlm. 7-9.
- Mukhlis, M. Saleh, dan Linda Indrayati. 2013. Penelitian pemulihan lahan rawa pasang surut bongkor melalui pemanfaatan mikroba tahan masam dan bahan organik. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Mukhlis, M. Saleh, F. Azzahra, A. Budiman, dan R. Noor. 2010. Pengembangan teknologi pupuk mikroba pereduksi sulfat untuk peningkatan produktivitas lahan sulfat Masam lebih dari 20%. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Ningsih, D. N. Dan N. Khairatun. 2013. Preferensi konsumen terhadap padi Inpara dan penampilan pertumbuhan di lahan rawa Kab. Barito Kuala. Pros. Semnas Menggagas Kebangkitan Komoditas Unggulan Lokal Pertanian dan Kelautan.Madura, Juni 2013. Faperta Univ Trunojoyo. Hlm 172-177.
- Noor, M. 2013. Penelitian pengelolaan air di lahan rawa untuk meningkatkan indeks pertanaman dan produktivitas padi. Buku II. Laporan Akhir Rencana Penelitian Tim Peneliti (RPTP) – Rencana Diseminasi Hasil Penelitian (RDHP). Tahun Anggaran 2013. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Noor, M. 2004. Lahan Rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada. 241 hlm.
- Noorginayuwati dan Y. Rina. 2003. Aspek sosial ekonomi petani di lahan sulfat masam. *Dalam* Isdijanto, A *et al* (Eds). Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengkajian Teknologi Pertanian Di Lahan Pasang Surut. Kuala Kapuas, 31 Juli - 1 Agustus 2003. Puslitbang Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Hlm 120 – 136.
- Nugraha, S., Sudaryono, S. Lubis, dan A. Setyono. 2000. Perbaikan sistem prosesing pada penggilingan beras. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian: Modernisasi Pertanian untuk Peningkatan Efisiensi dan Produktivitas Menuju Pertanian Berkelanjutan. Vol 2.PERTETA CREATA dan FATETA IPB.2=260-265 (POI).
- Nugroho K., Alkasuma, Paidi, Abdurachman, Wahyu Wahdini dan H Suhardjo. 1992. Peta sebaran dan kendala dan arahan pengembangan lahan pasang surut, rawa dan pantai, seluruh Indonesia skala 1 : 500.000. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.

- Nugroho K., H. Van den Bosch, Holongphi, J. Michaelsen. 1998. Evaluation of water management strategies for sustainable land use of acid sulphate soil in coastal low land in the tropics. Agric. Research Dept. REPORT 157. Wageningen.
- Nursyamsi, D., S. Raihan, M. Noor, K. Anwar, M. Alwi, E. Maftuah, I. Khairullah, I. Ar-Riza, R.S. Simatupang, Noorginayuwati, dan Y. Rina. 2014. Pedoman Pengelolaan Lahan Sulfat Masam Pertanian Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian. IAARD Press. 58 hal.
- Raharjo, B., D. Hadiyanti, Kgs. A. Kodir. 2012. Kajian kehilangan hasil padapengeringan dan penggilingan padi di lahan pasang surut Sumatera Selatan. Jurnal Lahan Suboptimal. ISSN 2252-6188. Vol. 1, No.1: 72-82, April 2012.
- Rina, Y dan H. Syahbuddin. 2013. Zona kesesuaian lahan rawa pasang surut berbasis keunggulan kompetitif komoditas. Jurnal SEPA. Vol 10 No 1. September 2013. Kerjasama Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/ Agrobisnis, Fakultas Pertanian UNS dengan PERHEPI Komariat Surakarta. Hlm 103-117.
- Rina, Y dan Koesrini. 2016. Tingkat adopsi varietas Inpara dan Margasari di lahan rawa pasang surut. Agros. 18(1): 65-80.
- Rina, Y. 2012. Keragaan adopsi komponen teknologi pengelolaan tanaman terpadu di lahan rawa. Dalam M. Melati, S. Arifin Aziz, D. Efendi *et al* (Eds). Prosiding Simposium dan Seminar Bersama PERAGI-PERHORTI-PERIPI-HIGI Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi Yang Berkelanjutan. IPB. ICCB Bogor, 1-2 Mei 2012. Departemen Agronomi & Hortikultura IPB. Bekerjasama dengan PAI, PHI, PIPI dan HIGI. Hlm 553-558.
- Sabiham, S. 2013. Pembahasan Umum pada acara FGD Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan, 20 September 2013 di Banjarbaru
- Saragih, S., dan Siti Nurzakiah. 2011. Peluang meningkatkan indeks pertanaman padi dengan IP 300 di lahan rawa pasang surut. Agros. Vol. 18 no. 3 April 2011. Banjarbaru. Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Hlm. 38-43.
- Sarwani M. 2001. Penelitian dan pengembangan pengelolaan air di lahan pasang surut Hlm. 19-42. Dalam Ar-Riza I. Alihamsyah T. dan Sarwani M. (ed.). Pengelolaan Air dan Tanah di Lahan Pasang Surut. Monograf. Banjarbaru: Balittra.
- Setyono, A., Soeharmadi, J. Setiawati, dan Sudaryono. 1990. Perkembangan penelitian penanganan pascapanen. hlm. 465-486. Risalah Simposium II Penelitian Tanaman Pangan, Ciloto, 21-23 Maret 1988. Buku 2. Pusat Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.
- Subagjo. 2006. Lahan rawa pasang surut. Karakteristik dan pengelolaannya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor. Hlm. 23-98.

- Subagyo, H. dan IP. G. Widjaya-Adhi. 1998. Peluang dan kendala penggunaan lahan rawa untuk pengembangan pertanian di Indonesia, kasus : Sumatera Selatan dan Kalimantan Tengah. Makalah Utama Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Subba-Rao, N.S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman (terjemahan). Edisi II. Universitas Indonesia (UI) Press. Jakarta. Hlm. 353
- Susanto, R. H. 2009. Review hasil pembahasan workshop pengembangan dan pengelolaan lahan rawa dalam mendukung ketahanan pangan nasional, 16 Desember 2009 di Hotel Nikko, Jakarta. Kemenko Bidang Perekonomian. Jakarta.
- Sutrisno, Budi R. 2004. Penanganan panen dan pascapanen padi untuk mendapatkan hasil beras giling bermutu tinggi. Makalah Pelatihan Petani dan Operator Alat Pengering dan Perontok Gabah Kegiatan Pemberdayaan Masyarakat South Sumatera Forest Fire Management Project dan BPTP Sumsel. Palembang.
- Widjaya-Adhi, IPG. 1995. Pengelolaan tanah dan air dalam pengembangan sumber daya lahan rawa untuk usahatani berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Makalah disampaikan pada Pelatihan Calon Pelatih untuk Pengembangan Pertanian di Daerah Pasang Surut, Karang Agung Ulu, Sumatera Selatan, 26–30 Juni 1995. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Widjaya-Adhi, IPG. dan T. Alihamsyah. 1998. Pengembangan lahan pasang surut; Potensi, prospek, dan kendala serta teknologi pengelolaannya untuk pertanian. Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komda HITI, 16–17 Desember 1998. hlm. 51–72.
- Widjaya-Adhi, I.P.G., K. Nugroho, D. Ardi S., dan A.S. Karama. 1992. Sumber daya lahan rawa: potensi, keterbatasan dan pemanfaatan. Dalam S. Partohardjono dan M. Syam (eds). 1992. Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa, Cisarua 3-4 Maret. Bogor: Puslitbang Tanaman Pangan.

III KEANEKARAGAMAN HAYATI RAWA

KERAGAAN TANAMAN PADI DAN PALAWIJA DI LAHAN RAWA

Koesrini¹⁾, Izhar Khairullah¹⁾, M. Saleh¹⁾ dan Helda Orbani Rosa²⁾

1)Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

Jln. Kebun Karet, Loktabat Utara, Banjarbaru

Email : rinirhido@yahoo.com

2)Fakutas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani km 36 Banjarbaru

Ringkasan

Lahan rawa merupakan lahan sub-optimal yang memiliki potensi untuk pengembangan budidaya tanaman padi dan palawija. Permasalahan utama yang dihadapi dalam budidaya tanaman di lahan rawa adalah kondisi biofisik lahan belum optimal untuk pertumbuhan tanaman. Kondisi inilah yang menyebabkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman masih rendah. Strategi yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi dan palawija di lahan rawa melalui (1) perbaikan kualitas lahan, (2) pengelolaan budidaya, dan (3) pemilihan jenis tanaman dan varietas adaptif. Beberapa varietas yang diidentifikasi memiliki adaptasi dan daya hasil tinggi di lahan rawa pasang surut adalah (1) padi varietas Inpara 3, 4, 6, 8, dan 9, (2) Jagung varietas Sukmaraga, (3) Kedelai varietas Anjasmoro, (4) kacang tanah varietas Jerapah. Varietas adaptif untuk lahan rawa lebak adalah : (1) padi varietas Inpara 1, (2) Jagung varietas Srikandi Kuning, (3) Kedelai varietas Anjasmoro, (4) kacang tanah varietas Singa, (5) kacang hijau varietas Kutilang, (6) kacang tunggak Nagara, dan (7) ubi jalar Nagara dan ubi Alabio.

Pendahuluan

Lahan rawa merupakan lahan sub-optimal yang memiliki potensi untuk pengembangan budidaya tanaman padi dan palawija. Luas lahan rawa di Indonesia diperkirakan mencapai 33,475 juta hektar yang terdiri dari 13,283 juta hektar lahan rawa lebak dan 21,192 juta hektar lahan rawa pasang surut (Nugroho *et al.*, 1992). Tanaman padi dan palawija dapat ditanam baik di lahan rawa pasang surut maupun lahan rawa lebak. Tanaman padi ditanam di lahan

rawa pasang surut tipe luapan air A dan B pada bagian tabukan, sedangkan di lahan rawa lebak tanaman padi ditanam pada lahan rawa lebak dangkal dan tengahan. Penanaman palawija di lahan rawa pasang surut terutama pada tipe luapan air C dan tipe B pada bagian surjan tanaman, sedangkan di lahan rawa lebak dapat ditanam pada lahan rawa lebak dangkal maupun tengahan pada saat air sudah surut. Pola tanam yang digunakan bersifat spesifik menyesuaikan dengan kondisi agroekosistem dan kebiasaan petani.

Permasalahan utama yang dihadapi dalam budidaya tanaman di lahan rawa pasang surut adalah kondisi biofisik lahan yang berhubungan dengan keasaman tanah ($\text{pH} < 4$), kahat hara terutama unsur kalsium (Ca), kandungan besi (Fe^{3+}) dan sulfat (SO_4^{2-}) tinggi dan pada kondisi kering sering muncul keracunan aluminium (Al^{3+}) (Widjaja-Adhi *et al.*, 1992; Koesrini *et al.*, 2011). Selain itu masalah air juga sering muncul, terutama pada kawasan yang tata airnya belum baik. Sumber utama air di kawasan lahan rawa pasang surut adalah air hujan dan pasang surutnya air sungai. Kemampuan luapan air pasang menurun dengan semakin jauhnya lahan dari muara sungai dan dari muara saluran sekunder (Anwar dan Mawardi, 2011) atau dengan kata lain pada kawasan yang dekat muara sungai, pencucian air berlangsung lebih baik, sehingga masalah keasaman kurang dominan, tetapi pada musim kemarau sering muncul masalah salinitas, sedangkan kawasan yang jauh dari muara sungai, dimana proses pencucian air kurang lancar, masalah keasaman tanah sering muncul. Kondisi inilah yang menyebabkan tingkat kesuburan lahan rawa pasang surut masih rendah, sehingga tingkat produktivitas tanaman juga rendah, seperti pada tanaman padi unggul hanya 3-4 t/ha (Koesrini *et al.*, 2014), 2 t/ha untuk padi lokal (Khairullah *et al.*, 2004), 2-3 t/ha untuk jagung (Raihana *et al.*, 2011), 0,7-1,3 t/ha untuk kedelai (Koesrini dan William, 2008), 1 t/ha untuk kacang tanah (Koesrini *et al.*, 2006).

Masalah cekaman air baik banjir atau kekeringan sering timbul di lahan rawa lebak. Lahan rawa lebak merupakan kawasan dengan posisi lahan lebih rendah dibandingkan dengan kawasan di sekitarnya, sehingga sering menjadi wilayah tampungan air dari kawasan di sekitarnya. Kesuburan tanah di lahan rawa lebak relatif lebih subur dibandingkan dengan kesuburan tanah di lahan rawa pasang surut, tetapi masalah air lebih sulit dikendalikan. Fluktuasi air sulit diprediksi, sehingga petani kesulitan dalam menentukan waktu tanam (Koesrini *et al.*, 2006; Nursyamsi *et al.*, 2014). Kondisi air di lahan sangat terkait dengan kondisi curah hujan baik di wilayah setempat atau di kawasan di sekitarnya. Produktivitas tanaman di lahan rawa lebak umumnya lebih tinggi

dibandingkan dengan tingkat produktivitasnya di lahan rawa pasang surut. Produktivitas tanaman padi di lahan rawa lebak cukup tinggi yaitu 5,0 t/ha untuk padi unggul dan 3 t/ha untuk padi lokal (Koesrini *et al.*, 2014), 4-5 t/ha untuk jagung (Djafar, 2013), 1,9-2,6 t/ha untuk kedelai (Raihan dan Saleh, 2012), 2,1-3,6 t/ha untuk kacang tanah (Koesrini *et al.*, 2006).

Strategi untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi dan palawija di lahan rawa melalui (1) perbaikan kualitas lahan, (2) pengelolaan budidaya, dan (3) pemilihan jenis tanaman dan varietas adaptif. Perbaikan kualitas lahan merupakan langkah utama yang harus dilakukan dalam meningkatkan produktivitas lahan rawa, baik melalui pengelolaan air maupun hara. Teknologi pengelolaan air yang sudah dihasilkan untuk mengatasi masalah cekaman air adalah dengan pengelolaan sistem tata air makro dan mikro di lahan rawa pasang surut dan pembuatan sistem tabat bertingkat di lahan rawa lebak. Teknologi pengelolaan hara yang sudah dihasilkan untuk memperbaiki kesuburan tanah di lahan rawa adalah ameliorasi lahan remediasi serta aplikasi pupuk berimbang, sedangkan pengelolaan budidaya optimal yang dihasilkan adalah penggunaan cara tanam yang tepat, pengendalian hama, penyakit dan gulma, penanganan panen dan pasca panen yang tepat.

Pemilihan jenis tanaman dan varietas adaptif juga berperan dalam menunjang keberhasilan pengelolaan lahan rawa. Lahan rawa termasuk lahan basah yang pada umumnya terletak di dataran rendah, sehingga hanya jenis tanaman yang adaptif di dataran rendah yang dapat tumbuh dan berproduksi optimum. Lahan rawa juga memiliki kendala spesifik lahan berupa keracunan unsur Fe^{3+} , SO_4^{2-} , dan Al^{3+} , sehingga pemilihan jenis tanaman dan varietas diarahkan yang memiliki ketahanan terhadap cekaman biofisik lahan. Lahan rawa juga terkenal dengan masalah cekaman air (genangan/kekeringan), sehingga tanaman yang dikembangkan dipilih yang memiliki toleransi terhadap cekaman lingkungan tersebut.

Dalam tulisan ini akan dibahas lebih rinci mengenai keragaan tanaman padi dan palawija di lahan rawa. Tanaman padi yang akan dibahas meliputi padi unggul rawa dan padi lokal yang berkembang di lahan rawa, sedangkan tanaman palawija yang akan dibahas meliputi tanaman jagung, kacang-kacangan dan umbi-umbian.

Keragaan Tanaman Padi

Keragaan tanaman padi unggul rawa

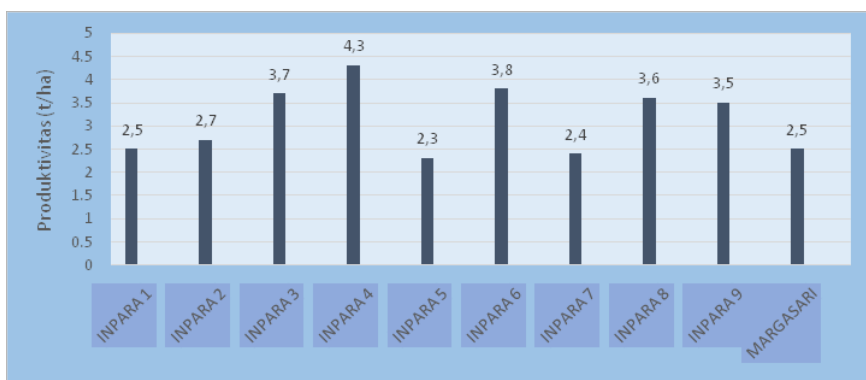
Pengembangan padi ke lahan rawa memerlukan varietas yang adaptif terhadap cekaman lingkungan terutama ke asaman tanah, keracunan besi dan cekaman air. Masalah ke asaman tanah dan keracunan besi menjadi faktor pembatas pengembangan padi di lahan rawa pasang surut, sedangkan cekaman air (genangan/kekeringan) menjadi pembatas utama pengembangan padi di lahan rawa lebak. Majerus *et al.* (2007) melaporkan bahwa keracunan besi dapat menurunkan hasil padi antara 30-60%. Terdapat perbedaan penurunan hasil antara varietas toleran dan peka terhadap keracunan besi, seperti dilaporkan oleh Virmani (1977). Penurunan hasil akibat keracunan besi pada varietas peka dapat mencapai 75% dan varietas toleran 30%. Kultivar padi yang toleran keracunan besi mengabsorpsi atau mentranslokasi besi dari akar ke daun lebih rendah dibandingkan kultivar yang peka dengan mekanisme ketahanan *avoidance*. Oleh karena itu penggunaan varietas yang toleran/adaptif terhadap kondisi biofisik lahan dan sesuai preferensi petani menjadi syarat mutlak untuk penanaman padi di lahan rawa. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian telah menghasilkan varietas padi adaptif untuk lahan rawa.

Inpara (Inbrida padi rawa) adalah varietas yang dilepas untuk lahan rawa. Ada sembilan varietas Inpara yang telah dilepas, yaitu Inpara1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 (Suprihatno *et al.*, 2010). Pada saat ini varietas Inpara2 dan Inpara 3 cukup berkembang di lahan rawa pasang surut di Kabupaten Barito Kuala dan Varietas Inpara 4 berkembang di Kabupaten Hulu Sungai Selatan. Varietas Inpara 2 dan Inpara 3 memiliki adaptasi luas dapat ditanam pada beberapa agroekosistem, baik di lahan rawa pasang surut, lahan rawa lebak, irigasi semi teknis dan tadah hujan. Daya hasil varietas Inpara 2 dan Inpara 3 di lahan rawa relatif stabil antara 4.12-6.20 ton ha⁻¹ (Adri dan Yardha, 2014; Helmi, 2015). Varietas Inpara 2 dan Inpara 3 mulai berkembang di Kabupaten Barito Kuala sejak tahun 2012. Terjadi peningkatan luas tanam varietas Inpara yang cukup nyata, dari 86 ha pada tahun 2011 menjadi 2.418 ha pada tahun 2014 (Rina dan Koesrini, 2016). Perkembangan varietas Inpara di lahan rawa lebak belum seluas di lahan rawa pasang surut, karena banyak pilihan varietas, seperti Mekongga dan Ciherang yang juga adaptif di lahan tersebut.

Dampak positif dari pengembangan varietas Inpara di Kabupaten Barito Kuala adalah turut mendukung peningkatan produksi padi, tetapi mulai timbul permasalahan baru, yaitu adanya penanaman varietas yang

sama secara terus menerus dalam 4-5 tahun terakhir ini, menimbulkan kerentanan terhadap penyakit. Varietas Inpara 2 dan Inpara 3 yang semula rendah serangan hama penyakitnya, saat ini mulai rentan terutama terhadap penyakit blas dan hama penggerek batang. Oleh karena itu perlu mulai diintroduksi varietas Inpara yang baru, yang nantinya dapat dijadikan varietas alternatif selain varietas Inpara 2 dan Inpara 3.

Hasil uji adaptasi varietas Inpara 1 hingga Inpara 9 di lahan rawa pasang surut di Kabupaten Barito Kuala berhasil mengidentifikasi beberapa varietas Inpara yang memiliki adaptasi dan berproduksi cukup baik. Pengujian dilakukan di lahan petani yang tergolong lahan sulfat asam potensial tipe luapan air B dengan pH tanah 4,9 yang tergolong asam. Hasil pengujian menunjukkan ada lima varietas yang adaptif dan berproduksi >3,5 t/ha. Kelima varietas tersebut adalah Inpara 3, Inpara 4, Inpara 6, Inpara 8 dan Inpara 9 (Gambar 1 dan Gambar 2) yang berproduksi lebih tinggi dibandingkan varietas pembanding Margasari (Koesrini *et al.*, 2017). Varietas Margasari merupakan varietas unggul hasil persilangan antara padi lokal Siam Unus dengan Cisokan. Umur panen varietas Margasari mirip tetua Cisokan, yaitu 4 bulan dan rasa nasi mirip varietas lokal (Suprihatno *et al.*, 2010). Varietas Inpara 4 menunjukkan hasil tertinggi, yaitu 4,3 t/ha, sedangkan varietas Inpara 5 menunjukkan hasil terendah, yaitu 2,3 t/ha. Varietas Inpara 5 tidak tahan keracunan besi dan rentan terhadap penyakit blas yang disebabkan oleh jamur *Pyricularia grisea*. Varietas Inpara 4, Inpara 6, Inpara 8 dan Inpara 9 dapat didesiminasikan ke petani sebagai varietas alternatif pengganti varietas Inpara 2 dan Inpara 3.



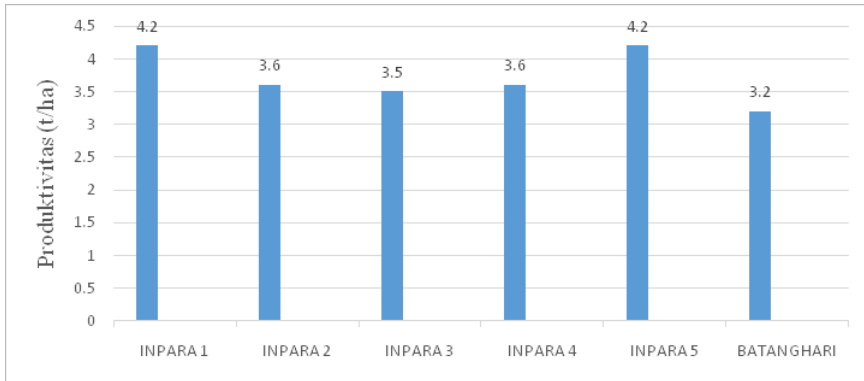
Gambar 1. Produktivitas varietas Inpara di lahan rawa pasang surut di Kabupaten Barito Kuala

(Sumber: Koesrini *et al.*, 2017)

Hasil uji adaptasi varietas Inpara 1 hingga Inpara 5 di lahan rawa lebak di Kabupaten Merauke, Papua menunjukkan bahwa kelima varietas tersebut memiliki adaptasi dan hasil cukup baik di lahan rawa lebak (Gambar 3) (Djufry dan Kasim, 2015). Kelima varietas Inpara berproduksi lebih tinggi dibandingkan varietas pembanding Batanghari. Varietas Inpara 5 yang kurang adaptif di lahan rawa pasang surut, pada pengujian di lahan rawa lebak di Papua menunjukkan adaptasi dan hasil yang cukup baik. Hasil tertinggi dicapai oleh varietas Inpara 1 dan Inpara 5.



Gambar 2. Penampilan lima varietas Inpara di lahan rawa pasang surut di Kabupaten Barito Kuala (Sumber: Balittra, 2016)



Gambar 3. Produktivitas varietas Inpara di lahan rawa lebak di Kabupaten Merauke, Propinsi Papua (Sumber: Djufry dan Kasim, 2015)

Keragaan tanaman padi lokal rawa

Padi lokal merupakan tanaman indigenous yang adaptif dan banyak ditanam petani di lahan rawa pasang surut. Hampir 90% persawahan di lahan rawa pasang surut ditanami padi lokal sekali dalam setahun. Padi lokal mempunyai sifat peka terhadap fotoperiod yang berbunga berdasarkan lamanya penyinaran (panjang hari). Kepekaan terhadap fotoperiod adalah sifat penting dari varietas lokal untuk beradaptasi dengan ekosistem lahan rawa, dimana tata air umumnya belum dapat dikontrol dan genangan relatif dalam. Kemampuan tanaman untuk membentuk anakan tidak berkurang, meskipun umur tanaman sudah mencapai 3-4 bulan, sehingga dari mulai sebar hingga panen, padi lokal berumur 8-10 bulan. Sifat ini tidak ditemui pada varietas unggul yang rata-rata berumur 4 bulan, kemampuan pembentukan anakan menurun bila bibit sudah tua. Kelemahan padi lokal adalah umur panjang (8-10 bulan), hasil rendah (1,0–2,5 t/ha), rentan terhadap penyakit tanaman terutama tungro dan blas (Gambar 4), sedangkan keunggulan padi lokal adalah pengelolaan budidaya mudah, rasa nasi sesuai petani lokal, dan harga beras lebih tinggi dibandingkan padi unggul. Indeks pertanaman padi di lahan rawa pasang surut umumnya adalah IP 1 dengan bertanam padi lokal. Untuk meningkatkan IP, sebagian petani yang lahannya memungkinkan ditanam dua kali dalam setahun menanam padi dengan pola tanam (1) padi unggul-padi unggul atau (2) padi unggul-padi lokal. Pola tanam kedua dikenal dengan istilah pola tanam Sawit Dupa, yaitu sekali *mewiwit* dua kali panen. Pola tanam Sawit Dupa dilakukan dengan penanaman

padi unggul pada musim hujan (Oktober-Maret) yang bersamaan dengan masa persemaian padi lokal pada awal musim hujan (Oktober-November). Setelah padi unggul panen pada bulan Maret, lahan dimanfaatkan untuk bertanam padi lokal.

Padi lokal yang berkembang di lahan rawa pasang surut sangat beragam, hampir 300 aksesi ditemui di lahan tersebut dengan beragam karakteristik baik morfologi tanaman maupun bentuk gabah dan rasa nasi. Raihan dan Saleh (2012) melaporkan berdasarkan kepekaan terhadap panjang hari/fotoperiod terdapat dua kelompok padi lokal, yaitu peka terhadap panjang hari dan kurang peka (sedang) terhadap panjang hari. Varietas padi lokal yang peka terhadap panjang hari akan berbunga bila panjang hari < 12 jam, sehingga pada umumnya berumur dalam (8-10 bulan), sedangkan yang kurang peka terhadap panjang hari, umumnya berbunga dan panen lebih cepat (5-6 bulan). Varietas lokal yang berasal dari Kalimantan umumnya peka terhadap panjang hari, sedangkan yang berasal dari Sumatera kurang peka terhadap panjang hari. Berdasarkan bentuk gabah, rasa nasi, dan ciri-ciri khusus, padi lokal yang berkembang di lahan rawa dikelompokkan menjadi empat, yaitu kelompok Siam, Pandak, Bayar dan Lemo (Tabel 1). Penamaan padi lokal juga dapat berdasarkan nama petani yang memperkenalkan di suatu daerah, seperti Siam Aminah, Siam Karta, dll. Berdasarkan hal ini, jumlah aksesi yang ditemukan akan terus bertambah, padahal ada kemungkinan satu jenis padi lokal memiliki nama lebih dari satu.

Penanaman padi di lahan rawa lebak mengenal dua istilah yaitu padi rintak dan padi surung. Padi rintak ditanam saat menjelang musim kemarau, sedangkan padi surung menjelang musim hujan. Varietas yang dikembangkan untuk padi rintak adalah yang tahan kekeringan, sedangkan untuk padi surung yang tahan rendaman atau memiliki kemampuan memanjang. Varietas padi rintak yang banyak ditanam adalah Ciherang dan Mekongga, sedangkan padi surung adalah Tapus, Alabio dan Negara.

Tabel 1. Empat kelompok padi lokal yang berkembang di lahan rawa

Kelompok	Karakteristik	Nama padi lokal
Siam	Peka terhadap fotoperiod, bentuk gabah kecil dan ramping, warna beras transparan dan rasa nasi pera	Siam Mutiara, Siam Saba, Siam Unus, Siam King, Siam PX, Siam Adus, Siam Pontianak, Siam Halus, Siam Aminah, Siam Datu, Siam Palun, Siam Randah
Pandak	Peka terhadap fotoperiod, bentuk gabah lebih besar	Pandak Kembang, Pandak Arjuna, Pandak Merah, Pandak Putih
Bayar	Peka terhadap fotoperiod	Bayar Pudak, Bayar Pahit, Bayar Kuning, Bayar Palas, Bayar Pandak, Bayar Burung
Lemo	Peka terhadap fotoperiod	Lemo Biasa dan Lemo Kuatik

(Sumber: Khairullah *et al.*, 2004 dan 2006)



Gambar 4. Keragaan padi lokal di lahan rawa pasang surut Mandastana (kiri atas) dan pertanaman aksesi padi lokal di KP Belandean, Kabupaten Barito Kuala (kanan atas), serangan penyakit blas (kiri bawah) dan tungro (kanan bawah) yang menyerang pertanaman padi lokal (Sumber: Balittra)

Keragaan Tanaman Palawija

Tanaman jagung

Tanaman jagung (*Zea mays L.*) memerlukan sinar matahari penuh, tidak tahan terhadap naungan, ke asaman tanah tinggi, keracunan Al, dan genangan air/terendam. Secara umum tanaman jagung dapat tumbuh hampir di setiap jenis tanah termasuk tanah rawa, tetapi agar dapat berproduksi maksimal diperlukan kondisi lahan dengan tingkat pH $\geq 5,5$, kandungan hara N, P, K sedang-tinggi, kejenuhan Al $\leq 15\%$, serta tidak tergenang air (Djaenuddin *et al.*, 1994; Dierolf *et al.*, 2001). Tanaman jagung akan tumbuh dan berproduksi optimal, apabila kondisi lahan rawa sudah diperbaiki dengan pemberian bahan amelioran berupa pupuk kandang, dolomit, atau abu sekam bakar (Gambar 5). Tanpa ameliorasi hasil jagung di lahan rawa akan sangat rendah. Produktivitas tanaman jagung di lahan rawa lebak lebih tinggi dibandingkan dengan produktivitasnya di lahan rawa pasang surut. Demikian juga persen hasil setiap varietas di lahan rawa pasang surut juga lebih rendah dibandingkan di lahan rawa lebak. Varietas Sukmaraga lebih adaptif di lahan rawa pasang surut, sedangkan varietas Srikandi Kuning lebih adaptif di lahan rawa lebak dangkal (Tabel 2). Deskripsi keempat varietas yang diuji tercantum pada Tabel 3.

Tabel 2. Keragaan produktivitas tanaman jagung di lahan rawa pasang surut di Wanaraya, Kabupaten Barito Kuala dan di lahan rawa lebak dangkal di KP Banjarbaru

Varietas	Produktivitas di lahan rawa pasang surut*	Potensi hasil (t/ha)	% terhadap potensi hasil
Sukmaraga	3,07	8,50	36,1
Arjuna	2,50	6,00	41,7
Bisma	2,89	7,50	21,7
	Produktivitas di lahan rawa lebak dangkal**	Potensi hasil (t/ha)	% terhadap potensi hasil
Sukmaraga	6,88	8,50	80,9
Arjuna	6,18	6,00	103,0
Bisma	6,63	7,50	88,4
Srikandi Kuning	8,38	7,92	105,8

(Sumber : *Raihana *et al.*, 2011; **Saleh, 2016)



Gambar 5. Keragaan tanaman jagung di lahan rawa pasang surut di Tanjung Jabung Timur, Jambi(kiri) dan lahan rawa lebak dangkal di KP Banjarbaru (kanan)
(Sumber :kiri (BPTP jambi); kanan (Dokumen Balittra))

Tabel 3. Deskripsi varietas jagung yang adaptif di lahan rawa

Sifat	Varietas			
	Sukmaraga	Arjuna	Srikandi Kuning	Bisma
Umur 50% keluar rambut (hari)	58	55	54	60
Masak fisiologis (hari)	105-110	85-90	105-110	96
Batang	Tegap	Tinggi sedang	Tegap	Tegap
Tinggi tanaman (cm)	180-220	190	185	190
Tipe biji	Semi mutiara	Mutiara	Semi mutiara	Semi mutiara
Warna biji	Kuning tua	Kuning ada 2-3 biji putih	Kuning	Kuning
Bobot 1000 biji (g)	270	272	275	307
Rata-rata hasil (t/ha) *	6,0	4,3	5,40	5,7
Potensi hasil (t/ha) *	8,5	6,0	7,92	7,5
Ketahanan	Cukup tahan penyakit bulai, bercak daun dan karat daun	Cukup tahan penyakit bulai	Tahan hawar daun dan karat daun, tahan hama penggerek	Tahan penyakit karat dan bercak daun
Adaptasi	Dataran rendah sampai 800 m dpl, adaptif tanah asam	Dataran rendah	Dataran rendah pada musim hujan	Dataran rendah samapi 500 m dpl
Pemulia	Firdaus Kasim dkk	-	Firdaus Kasim dkk	Subandi dkk
Tahun dilepas	2003	1980	2004	1995

Sumber: Aqil *et al.*, 2012

Tanaman kacang-kacangan

Kedelai

Tanaman kedelai (*Glycine max L.*) termasuk tanaman golongan strata A, yang memerlukan penyinaran matahari penuh dan tidak tahan terhadap naungan, keasaman tanah tinggi, keracunan Al, dan genangan air/terendam. Tanaman kedelai dapat tumbuh hampir di setiap jenis tanah termasuk tanah rawa, tetapi agar dapat berproduksi maksimal diperlukan kondisi lahan dengan tingkat pH $\geq 4,5$, kandungan hara N, P, K sedang-tinggi, kejenuhan Al $< 20\%$, serta tidak tergenang air (Djaenuddin *et al.*, 1994; Dierolf *et al.*, 2001). Ameliorasi mutak diperlukan agar tanaman kedelai dapat tumbuh dan berproduksi optimal di lahan rawa (Gambar 6), tanpa ameliorasi hasil kedelai di lahan rawa akan sangat rendah. Varietas Anjasromo adaptif baik di lahan rawa pasang surut maupun lahan rawa lebak (Tabel 4). Deskripsi ketiga varietas tersebut tercantum pada Tabel 5.

Tabel 4. Keragaan produktivitas tanaman kedelai di lahan rawa pasang surut di Wanaraya, Kabupaten Barito Kuala dan lahan rawa lebak dangkal di KP Banjarbaru

Varietas	Produktivitas di lahan rawa pasang surut*	Potensi hasil (t/ha)***	% terhadap potensi hasil
Anjasromo	2,98	3,79	78,6
Lawit	2,70	1,93	139,9
Argomuyo	1,62	3,10	52,3
	Produktivitas di lahan rawa lebak**	Potensi hasil (t/ha)***	% terhadap potensi hasil
Anjasromo	2,57	3,79	67,8
Lawit	2,31	1,93	119,7
Argomuyo	1,90	3,10	61,3

(Sumber : * Koesrini *et al.*, 2011; ** Raihan dan Saleh, 2012; *** Suhartina, 2015)



Gambar 6. Keragaan tanaman kedelai di lahan rawa pasang surut di KP Belandean (kiri) dan di lahan rawa lebak dangkal di KP Tawar, Kabupaten Hulu Sungai Selatan (kanan)

(Sumber: Dokumen Balittra)

Tabel 5. Diskripsi varietas kedelai adaptif di lahan rawa

Sifat	Varietas		
	Anjasmoro	Argomulyo	Lawit
Nama galur	Mansuria 395-49-4	-	3034/Lamp-3-II-1
Tipe tumbuh	Determinit	Determinit	Semi determinit
Warna hipokotil	Ungu	Ungu	Ungu
Warna epikotil	Ungu	-	Hijau
Warna bunga	Ungu	Ungu	Ungu
Warna daun	Hijau	Hijau	Hijau
Warna bulu	Putih	Coklat	Coklat
Warna kulit polong	Coklat muda	-	Coklat
Warna kulit biji	Kuning	Kuning	Kuning
Warna hilum	Kuning kecoklatan	Putih terang	Coklat muda
Umur berbunga (hari)	35,7-39,4	35	40
Umur masak (hari)	82,5-92,5	80-82	84
Tinggi tanaman (cm)	64-68	40	58
Bobot 100 biji (g)	14,8-15,3	16,0	10,5
Daya hasil (t/ha)	2,0-2,3	1,5-2,0	1,9-2,1
Pemulia	Takashi dkk	Rodiah, S. dkk	M. Sabran dkk
Dilepas tahun	2001	1998	2001

Sumber: Suhartina (2015)

Kacang tanah

Kacang tanah (*Arachis hypogaea*) tergolong tanaman yang tahan terhadap ke asaman tanah ($\text{pH} > 4,5$). Ada dua tipe kacang tanah yaitu tipe Spanish dan tipe Valensia. Tipe Spanish dicirikan dengan tipe tumbuh tanaman tegak, bentuk polong halus sampai agak kasar, bentuk biji oval dan jumlah biji per polong 2-3, sedangkan tipe Valensia dicirikan dengan tipe tumbuh tanaman agak menjalar sampai menjalar, bentuk kulit polong kasar, bentuk biji persegi dan jumlah biji per polong 3-4 (Trustinah, 1993; Koesrini *et al.*, 2003). Kacang tanah tipe Spanish lebih toleran terhadap tanah asam dibandingkan tipe Valensia (Sabran *et al.*, 1997).

Koesrini *et al.* (2006) melaporkan bahwa keragaan hasil varietas kacang tanah yang tergolong tipe Spanish sama baiknya antara di lahan rawa lebak dengan di lahan rawa pasang surut, sedangkan kacang tanah tipe Valensia lebih adaptif di lahan rawa lebak (Tabel 6). Varietas Gajah, Jerapah dan lokal tergolong tipe Spanish, sedangkan varietas Singa tergolong tipe Valensia. Kacang tanah varietas Gundul adalah kacang tanah lokal yang berkembang di Kalimantan Selatan (Gambar 7). Karakteristik kacang tanah Gundul adalah kulit polong halus sampai agak kasar, tipe pertumbuhan tegak, biji berbentuk oval, ukuran biji kecil ($< 35 \text{ g}/100 \text{ biji}$), setiap polong ada 2 biji dan kulit biji berwarna merah muda. Kacang tersebut termasuk tipe Spanish yang memiliki adaptasi yang baik di lahan rawa. Oleh karena itu untuk lahan rawa pasang surut, tipe Spanish lebih disarankan untuk ditanam dibandingkan dengan tipe Valensia, sedangkan untuk lahan rawa lebak kedua tipe varietas dapat ditanam.

Tabel 6. Keragaan hasil polong kacang tanah tipe Spanish dan Valencia di lahan rawa pasang surut di Jajangkot Timur, Kabupaten Barito Kuala) dan di lahan rawa lebak dangkal di Pandawan, Kabupaten Hulu Sungai Tengah

Genotipe	Lahan rawa pasang surut	Lahan rawa lebak dangkal	Rataan hasil (t/ha)
Tipe Spanish			
GH-4	1,467	3,000	2,233
GH-5	1,233	3,507	2,370
GH-8	1,400	2,960	2,180
Lokal (Gundul)	1,317	2,787	2,052
Jerapah	1,517	2,707	2,112
Rataan (t/ha)	1,387	2,992	2,189
Tipe Valencia			
GH-1	0,633	3,120	1,877
GH-2	0,630	3,853	2,245
GH-6	0,683	3,427	2,055
GH-7	0,650	2,173	1,412
Singa	0,800	3,213	2,007
Rataan (t/ha)	0,679	3,157	1,919

(Sumber: Koesrini *et al.*, 2006)



Gambar 7. Bentuk polong dan biji varietas Gundul (kiri) dan pertanaman kacang tanah Gundul (kanan) (Sumber:Sinar Tani, 2017)

Kacang hijau

Tanaman kacang hijau (*Phaseous radiatus*.) termasuk tanaman golongan strata A, yang memerlukan penyinaran matahari penuh dan tidak tahan terhadap naungan, ke asaman tanah tinggi, dan genangan air/terendam. Kacang hijau tergolong tanaman yang tahan terhadap kekeringan. Oleh karena itu tanaman ini sering ditanam pada saat kemarau untuk mengisi lahan yang bera. Raihana dan William (2006) melaporkan bahwa keragaan hasil tujuh varietas kacang hijau di lahan rawa lebak masih belum optimal, yaitu antara 0,128 dan 1,033 t/ha. Rendahnya hasil ini disebabkan pH tanah sangat asam (4,08). Varietas Kutilang berproduksi tertinggi, yaitu 1,033 t/ha dan varietas Sampeong terendah, yaitu 0,128 t/ha. Persen hasil ketujuh varietas yang diuji rata-rata masih <50% dibandingkan potensi hasilnya. Keragaan hasil dan potensi hasil tujuh varietas kacang hijau yang diuji di lahan rawa lebak tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Keragaan produktivitas tanaman kacang hijau di lahan rawa lebak tengahan di KP Tawar, Kabupaten Hulu Sungai Selatan

Varietas	Produktivitas di lahan rawa lebak tengahan**	Potensi hasil (t/ha)***	% terhadap potensi hasil
Betet	0,752	1,500	50,1
Kenari	0,919	2,450	37,5
Kutilang	1,033	1,960	52,7
Murai	0,723	2,500	28,9
Perkutu	0,783	2,200	35,6
Sampeong	0,128	1,000	12,8
Sriti	0,694	1,580	43,9

(Sumber: *Raihana dan William, 2006;** Balaitkabi, 2016)

Kacang tunggak

Kacang nagara (*Vigna unguiculata* sp. *cylindrica*) merupakan salah satu jenis kacang tunggak yang khas di lahan rawa Kalimantan Selatan. Kacang nagara dibudidayakan di lahan rawa lebak pada musim kemarau (Juni-Juli). Tanaman ini tergolong toleran terhadap kekeringan. Berdasarkan warna polong dan biji, ada tiga kelompok kacang nagara yaitu: (1) polong dan biji putih, hilum merah, (2) polong hitam biji putih, hilum merah, dan (3) polong hitam biji putih, hilum hitam. Rataan hasil kacang tunggak di lahan rawa lebak sangat

rendah, yaitu 0,4-0,5 t/ha, sedangkan potensi hasilnya mencapai 1,5-1,8 t/ha (Supiyatna, 1992). Menurut Wahdah dan Nisa (2011), kacang nagara dibedakan menjadi tiga kultivar, yaitu (1) Arab, (2) Papan, dan (3) Padi.

Tanaman umbi-umbian

Ubi Alabio

Ubi Alabio (*Dioscorea* sp.) merupakan salah satu umbi-umbian lokal yang dibudidayakan di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan. Ada beberapa jenis ubi Alabio, yaitu ubi Habang Harum, ubi Kesumba, Tongkat, Ketan, Nyiur, Jawa, Cina, Putih, dan Habang Carang. Saleh (1995) melaporkan potensi hasil ubi Putih, Habang Harum, Habang Carang masing-masing adalah 30,4, 22,4, dan 51,2 t/ha. Jenis ubi Putih dan Habang Harum lebih disukai daripada Habang Carang. Karakteristik ketiga jenis ubi Alabio tersebut dapat dilihat pada Tabel 8. Keragaan tanaman ubi Alabio tercantum pada Gambar 8.

Tabel 8. Deskripsi varietas lokal ubi Alabio asal lahan rawa lebak Kalimantan Selatan

Karakteristik	Ubi Putih	Ubi Habang Harum	Ubi Habang Carang
Tipe	Menjalar	Menjalar	Menjalar
Umur panen	6 bulan	6 bulan	6 bulan
Wama daun	Hijau	Hijau	Hijau
Duduk daun	Berhadapan	Berhadapan	Berhadapan& berseling
Warna batang	Hijau	Hijau	Hijau
Bentuk batang	Segi empat	Segi empat	Segi empat dan lima
Wama kulit umbi	Coklat	Coklat	Coklat
Warna daging umbi	Putih	Merah keunguan	Merah keunguan
Bentuk umbi	Panjang	Bundar	Panjang bercabang
Tekstur umbi	Lembut	Lembut agak berlendir Aroma khas	Lembut agak berlendir
Lainnya	-		Air rebusan merah
Potensi hasil (t/ha)	30,4	22,4	51,2

Sumber : Saleh (1995)

Ubi jalar Nagara

Ubijalar Nagara (*Ipomoea* sp.) merupakan umbi-umbian lokal yang dibudidayakan di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan. Ubi jalar Nagara yang dibudidayakan di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan adalah varietas Kiyai lama, Kiyai baru, Labu, dan Nagara dengan potensi hasil masing-

masing 7,39; 10,80;9,60 dan 7,14 t/ha (William *et al.*, 1995). Karakteristik keempat varietas lokal ubi jalar tersebut dapat dilihat pada Tabel 9. Keragaan pertanaman ubi Nagara tercantum pada Gambar 8.

Tabel 9. Deskripsi varietas lokal ubi jalar asal lahan rawa lebak Kalimantan Selatan

Karakteristik	Kiyai lama	Kiyai baru	Labu	Nagara
Tipe	Menjalar	Menjalar	Menjalar	Menjalar
Wama daun tua	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
Wama daun muda	Hijau	Hijau	Hijau	Ungu
Warna tangkai daun atas	Ungu	Ungu	Hijau	Ungu
Wama tangkai daun bawah	Hijau	Hijau	Hijau	Ungu
Wama batang tua	Hijau	Hijau	Hijau	Ungu
Wama batang muda	Hijau	Hijau	Hijau	Ungu
Bentuk batang	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat
Bentuk daun	Menjari	Menjari	Segitiga	Menjari
Wama umbi luar	Putih	Kuning	Putih	Putih
Warna umbi dalam	Putih	Kuning	Jingga	Kuning
Rasa umbi	Tawar Empuk	Agak manis	Manis Empuk	Agak manis
Tekstur		Liat		Empuk
Panjang umbi (cm)	15,0	14,2	12,0	11,8
Diameter umbi (cm)	2,76	4,43	3,87	3,55
Potensi hasil (t/ha)	7,39	10,80	9,60	7,14

(Sumber : William *et al.*, 1995)



Gambar 8. Pertanaman ubi Alabio (kiri) dan ubi jalar Nagara (kanan) di lahan rawa lebak
(Sumber:google.com)

Pertanaman ubi jalar juga ditemui di lahan rawa pasang surut terutama pada tipe luapan air tipe C, seperti di Kecamatan Wanaraya, Kabupaten Barito

Kuala, Kalimantan Selatan dan di Kabupaten Wakatobi, Sulawesi Tenggara. Keragaan hasil ubi jalar di Wakatobi rata-rata 8 t/ha masih lebih rendah dari potensi ubi jalar yang dapat mencapai 20-40 t/ha (Balitkabi, 2017).

Penutup

Lahan rawa merupakan lahan sub-optimal yang memiliki potensi untuk pengembangan tanaman padi dan paawija. Pengelolaan lahan, hara dan tanaman serta pemilihan jenis dan varietas yang tepat dapat meningkatkan produktivitas tanaman di lahan rawa. Beberapa varietas yang diidentifikasi memiliki adaptasi dan daya hasil tinggi di lahan rawa pasang surut adalah (1) padi varietas Inpara 3, 4, 6, 8, dan 9, (2) Jagung varietas Sukmaraga, (3) Kedelai varietas Anjasmoro, (4) kacang tanah varietas Jerapah. Varietas adaptif untuk lahan rawa lebak adalah : (1) padi varietas Inpara 1, (2) Jagung varietas Srikandi Kuning, (3) Kedelai varietas Anjasmoro, (4) kacang tanah varietas Singa, (5) kacang hijau varietas Kutilang, (6) kacang tunggak Nagara, dan (7) ubi jalar Nagara dan ubi Alabio.

Daftar Pustaka

- Adri dan Yardha. 2014. Upaya peningkatan produktivitas padi melalui varietas unggul baru mendukung swasembada berkelanjutan di Provinsi Jambi. J. Agroekotek 6:1-11.
- Anwar, K. dan Mawardi. 2011. Dinamika tinggi muka air dan ke asaman air pasang surut saluran sekunder sepanjang sungai Barito. Jurnal Tanah dan Iklim, edisi khusus, Juli 2011, Hlm:1-12. Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Aqil, M., C. Rapar dan Zubachtirodin. 2012 (dalam teks hanya Aqil, sesuaikan). Deskripsi Varietas Unggul Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 134 hlm. Balitkabi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Kacang Hijau 1945-2014. 23 hlm. [www:balitkabi.litbang.pertanian.go.id](http://www.balitkabi.litbang.pertanian.go.id). Diunduh 26 Agustus 2017.
- Balitkabi. 2017. Deskripsi Varietas Ubi Jalar 1977-2016. 34 hlm. www:balitkabi.litbang.pertanian.go.id. Diunduh 26 Agustus 2017.
- Dierolf, T., T. Fairhurst, and E. Mutert. 2001. A Toolkit for Acid, Upland Soil Fertility Management in Southeast Asia. Handbook Series. PPIC-Canada. 150p.
- Djaenuddin, D. Basuni, S. Hardjowigeno, dan H. Subagyo. 1994. Kesesuaian lahan untuk tanaman pertanian dan tanaman kehutanan. Laporan Teknis No. 7. Euroconsult-PT Andal Agrikarya Prima. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor. 50 hlm.

- Djafar, Z.R. 2013. Kegiatan agronomi untuk meningkatkan potensi lahan lebak mendukung sumber pangan. *Jurnal Lahan Suboptimal* 29(1):58-67.
- Djufray, F. dan A. Kasim. 2015. Uji adaptasi varietas unggul baru padi rawa lahan sawah bukaan baru di Kabupaten Merauke Provinsi Papua. *J. Agrotan* 1(1):99-109.
- Helmi. 2015. Peningkatan produktivitas padi lahan rawa lebak melalui penggunaan varietas unggul padi rawa. *J. Pertanian Tropik* 2:78-92.
- Khairullah, I., Rosmini, H., M. Imberan, Subowo, S. dan S. Sulaiman. 2004. Varietas lokal padi pasang surut Kalimantan Selatan, karakterisasi dan pemanfaatannya. Hlm:392-398. *Dalam* A. Kasno (eds). *Prosiding Lokakarya Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia VII. Dukungan Pemuliaan Terhadap Industri Perbenihan pada Era Pertanian Kompetitif*. Peripi dan Balitkabi Malang. 2004.
- Khairullah, I., Mawardi, dan M. Sarwani. 2006. Sumberdaya hayati pertanian lahan rawa. Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Hlm.203-228. *Dalam* Didi Ardi S. *et al.* (eds). Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Koesrini, A. Noor, Sumanto, Mukarji, dan Sarah. 2003. Uji multilokasi kacang tanah di lahan asam. Laporan Hasil Penelitian. BPTP Kalimantan Selatan. 19 hlm.
- Koesrini, A. Noor, dan Sumanto. 2006. Keragaan hasil beberapa galur harapan kacang tanah di lahan sulfat asam dan lahan lebak dangkal. *Buletin Agronomi* 34(1):11-18.
- Koesrini dan E. William. 2008. Responsitas 12 genotipe kedelai terhadap pengapuran di lahan pasang surut sulfat asam. Hlm:423-432. *Dalam* Mukhlis (eds). *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa*. Kuala Kapuas, 3-4 Agustus 2007.
- Koesrini, Nurita, dan K. Anwar. 2011. Perbaikan kualitas lahan untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan rawa sulfat asam potensial. *Jurnal Tanah dan Iklim edisi khusus rawa*, hlm:55-62. Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Koesrini, E. William, dan I. Khairullah. 2014. Varietas padi adaptif lahan rawa pasang surut. Teknologi Inovasi Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional. Hlm:97-118. *Dalam* Nursyamsi *et al.* (eds). IAARD Press, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Koesrini, M. Saleh, dan S. Nurzakiah. 2017. Adaptabilitas varietas Inpara di lahan rawa pasang surut tipe luapan air B pada musim kemarau. *J. Agron. Indonesia* 45(2):117-123.
- Majerus V, P. Bertin, and S. Lutts. 2007. Effect of iron toxicity on osmotic potential, osmolytes and polyamines concentrations in the African rice (*Oryza glaberrima* Steud.). *Plant Sci.* 173:96-105.
- Nugroho, K., Alkushima., Paidi., W. Wahdini., A. Adi., H. Suhardjo., dan IPG. Widjaya-Adhi. 1992. Peta areal potensial untuk pengembangan pertanian lahan pasang surut, rawa dan pantai. Laporan Hasil Proyek

- Penelitian Sumberdaya Lahan. Puslittanak, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.
- Nursyamsi, D., M. Alwi, M. Noor, K. Anwar, E. Maftuah. I. Khairullah, Ar-Riza, I., S. Raihan, R.S. Simatupang, Noorginayuwati dan A. Jumberi. 2014. Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Rawa Lebak untuk Pertanian Berkelanjutan. IAARD Press, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 72 hlm.
- Raihana, Y. dan E. William. 2006. Pemberian mulsa terhadap tujuh varietas kacang hijau dan keharaan tanah di lahan lebak tengahan. Buletin Agronomi. 34(3):148-152.
- Raihana, Y., Nurita dan K. Anwar. 2011. Respon Tanaman Jagung terhadap Tingkat Kejenuhan Al di Lahan Pasang Surut Sulfat asam Potensial. Jurnal Tanah dan Iklim Edisi Khusus Rawa, Juli 2011. Hlm: 63-69. Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor.
- Raihan, S. dan M. Saleh. 2012. Penampilan dan hasil delapan genotip kedelai di kebun percobaan Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Hlm:113-116. *Dalam Yanisworo et al.*, (eds). Prosiding Seminar Nasional Pangan, 13 November 2012 di UPN Veteran Yogyakarta.
- Rina, Y., Koesrini. 2016. Tingkat adopsi varietas Inpara dan Margasari di lahan rawa pasang surut. Agros 18:65-80.
- Sabran, M., Koesrini, dan M. Saleh. 1997. Association between tolerance to peaty soil and seed characteristic of peanut. J. Penelitian Pertanian 6(1):51-56.
- Saleh. 1995. Kinerja beberapa varietas lokal ubi Alabio di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan. Hlm:1-5. *Dalam M.Y. Maamun (eds). Aspek Teknologi Budidaya dan Sosial Ekonomi Ubi-ubian di Kalimantan Selatan.* Balittan Banjarbaru.
- Saleh, M. 2016. Penampilan Varietas Unggul Jagung di Lahan Rawa Lebak Dangkal. Hlm: 196-202. *Dalam Tri Joko et al.* (eds). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pertanian. Faperta-UGM.
- Supiyatna. 1991. Kacang Nagara. Balai Informasi Pertanian 5:1-2. Banjarbaru.
- Suprihatno, B., A.A. Daradjat, Satoto, Baehaki. 2010. Deskripsi Varietas Padi. Balai Besar Penelitian tanaman Padi. Sukamandi. 113 hlm.
- Suhartina. 2015. Perkembangan dan Diskripsi Varietas Unggul Kedelai 1918-2014. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 156 hlm.
- Trustinah. 1993. Biologi kacang tanah. Hlm:9-30. *Dalam A. Kasno (ed). Kacang Tanah. Monograf Buletin Malang No. 12.*
- Virmani, S.S. 1977. Varietal tolerance of rice to iron toxicity in Liberia. Internat. Rice Res. News 2:4-5.
- Wahdah, R., dan C. Nisa. 2011. Perbandingan galur F7 kacang nagara (*Vigna unguiculata* ssp. *cylindrica*) dengan rata-rata tetua dan dengan rata-rata populasi F7. *Agroscientiae* 18(2):78-85.

- Widjaja-Adhi, I.P.G., K. Nugroho, D.S. Ardi, dan A.S. Karama. 1992. Sumberdaya lahan pasang surut, rawa, pantai : potensi, keterbatasan, dan pemanfaatan. Hlm:19-38. *Dalam* S. Partohardjono (eds). Prosiding Pertemuan Nasional pengembangan Lahan Pertanian Pasang Surut dan Rawa. Cisarua, 3-4 Maret 1992.
- William, E., M. Imberan, dan I. Khairullah. 1995. Identifikasi klon-klon lokal ubi jalar di Kalimantan Selatan. Hlm:55-59. *Dalam* M.Y. Maamun (eds) Aspek Teknologi Budidaya dan sosil Ekonomi Ubi-ubian di Kalimantan Selatan. Balai Penelitian Tanaman Pangan Banjarbaru.
- William, E. dan M. Saleh 2016. Penampilan empat genotipe ubijalar di lahan rawa lebak dangkal. Hlm: 38-42. *Dalam* Tri Joko *et al.*, (eds). Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pertanian. Faperta-UGM.

TANAMAN BUAH EKSOTIK LAHAN RAWA

Muhammad Saleh, R. S. Simatupang dan Koesrini
Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
Jl. Kebun Karet Loktabat, Banjarbaru
Email: *saleh_duransyah@yahoo.co.id*

Ringkasan

Indonesia memiliki lahan rawa yang luas. Lahan rawa merupakan ekosistem yang spesifik yang dicirikan dengan sifat hidrologi dan tanah yang khas. Secara alamiah, lahan rawa merupakan salah satu ekosistem yang memiliki keanekaragaman hayati yang cukup tinggi dan kompleks meliputi beragam tanaman, pohon komersial, ikan dan ternak khas rawa. Keberadaan tanaman buah eksotik di lahan rawa cukup beragam, ditemukan beberapa kerabat, diantaranya (a) kerabat jeruk (*Citrus*), (b) kerabat rambutan (*Nephelium*), (c) kerabat manggis (*Garcinia*), (d) kerabat nangka (*Artocarpus*), (e) kerabat pisang (*Musa*), (f) kerabat mangga (*Mengifera*), (g) Kerabat durian (*Durio*), (h) kerabat duku (*Lansium*), (i) kerabat nanas (*Ananas*), (j) kerabat ramania (*Bouea*), (k) kerabat rambai (*Baccaures*), dan (l) kelompok buah eksotik lainnya, seperti kalangkala, balangkasua (*Ginalun*) dan ketapi. Tanaman buah eksotik di lahan rawa pada umumnya belum diusahakan secara intensif, para petani hanya mengambil hasil dari tanaman yang tumbuhnya secara alamiah. Ada beberapa buah eksotik lahan rawa mempunyai keunggulan tertentu dan bahkan sudah ditetapkan sebagai varietas unggul oleh Mentari Pertanian seperti Kuini Anjir Batola, Nanas varietas Tamban, Durian Mantuala, varietas Batu Benawa, jeruk manis siam varietas Banjar dan beberapa macam varietas rambutan seperti Antalagi, Sibatuk, Batuk Ganal, Garuda dan Sitimbul.

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumberdaya hayati yang melimpah, dikenal dengan sebutan sebagai negara pemilik “Mega diversity”. Salah satu kekayaan dan keanekaan alam Indonesia adalah berupa “Lahan rawa”. Lahan rawa di Indonesia cukup luas, terdiri dari 8.354.272 ha lahan rawa pasang surut dan 11.642.800 ha lahan rawa lebak, tersebar di pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua (Husein *et al.*, 2014). Menurut Sarwani *et al.* (2002), lahan rawa merupakan ekosistem yang spesifik yang dicirikan dengan sifat hidrologi dan tanah yang khas. Sifat hidrologi lahan rawa pasang surut dipengaruhi

oleh pasang surutnya air laut, sedangkan sifat hidrologi lahan rawa lebak dipengaruhi oleh lamanya genangan, sedangkan sifat tanahnya yang khas adalah adanya mineral pirit sebagai pembentuk tanah sulfat asam dan gambut sebagai bahan dasar pembentuk tanah gambut. Sifat yang khas ini mendukung tumbuhan, binatang dan mikroba yang khas rawa.

Secara alamiah, lahan rawa merupakan salah satu ekosistem yang memiliki keanekaragaman hayati yang cukup tinggi dan sangat kompleks meliputi beragam tanaman, pohon komersial, ikan dan ternak. Menurut Rukmini (2014), di perairan rawa asam Kalimantan Tengah terdapat 69 jenis ikan, sedang menurut Chairuddin (1989) di rawa lebak Kalimantan Selatan terdapat 300 jenis ikan. Menurut Sarwani *et al.* (2002), ada beberapa buah lokal lahan rawa yang memiliki keunggulan seperti durian liar yang tahan *Phytophthora palmivora* dan mempunyai batang yang lebih tegar, sehingga berprospek digunakan sebagai batang bawah bagi durian komersial, hampalam Hambuku adalah sejenis mangga yang dapat bertahan hidup meskipun dalam keadaan terendam, kuini Anjir yang tidak terserang oleh penggerek buah.

Buah-buahan di lahan rawa pada umumnya merupakan tanaman tahunan dan populasinya terus berkurang akibat budidaya yang kurang memadai. Kelangkaan tanaman juga disebabkan umur berbuah yang terlalu lama, sehingga petani enggan untuk menanamnya. Petani hanya mengambil hasil dari tanaman yang berkembang secara alamiah tanpa berusaha untuk membudidayakannya. Hal ini menyebabkan mulai berkurangnya beberapa plasma nutfah buah-buahan lahan rawa, sehingga terancam punah.

Buah-buahan lokal seperti buah yang terdapat pada ekosistem lahan rawa, selain digunakan sebagai buah meja yang dikonsumsi segar, juga prospektif dikembangkan sebagai produk olahan seperti sirup, selai, jelly, manisan, jus (Antarlina, 2009). Beberapa buah-buahan unggul dari lahan rawa sudah ada yang dibudidayakan secara komersial, dan oleh Menteri Pertanian buah-buahan tersebut dinyatakan sebagai varietas unggul, diantaranya jeruk, rambutan, nanas dan kuini (Susanto *et al.*, 2012). Ke empat jenis buah-buahan tersebut merupakan sumber pendapatan bagi masyarakat terutama pada musim buah.

Tanaman Buah Eksotik Lahan Rawa

Kerabat jeruk

Jeruk Siam Banjar

Salah satu komoditas buah unggulan di Kalimantan Selatan adalah jeruk Siam Banjar (*Citrus sinensis* Osb). Jeruk Siam Banjar dikenal memiliki kualitas buah yang sangat baik, hal ini dibuktikan dengan telah menjadi juara dalam kontes buah jeruk nasional di Surabaya pada tahun 2004 (Salamiah, 2010). Artinya jeruk Siam Banjar mempunyai keunggulan atau menjadi jeruk andalan di wilayah Kalimantan Selatan.

Sentra produksi jeruk Siam Banjar adalah di lahan rawa pasang surut yang meliputi wilayah pasang surut tipe luapan A, B dan C, dan lahan rawa lebak (Noor *et al.*, 2006). Pada lahan rawa, baik pasang surut maupun lahan rawa lebak, penanaman jeruk dilaksanakan dengan sistem surjan atau tukungan, dimana jeruk ditanam pada bagian yang tinggi (galangan) untuk menghindari genangan air, sedangkan pada bagian yang rendah (tabukan) ditanami padi. Penanaman dengan sistem surjan atau tukungan ini bertujuan agar tanaman jeruk tidak terendam saat air pasang (dalam).

Pada lahan rawa pasang surut selain jeruk Siam Banjar varietas Sungai Madang yang berasal dari Sungai Madang, juga dikenal beberapa jeruk siam Banjar kultivar lainnya dengan kualitas unggul seperti yang berasal dari Sungai Gampa, dan Sungai Lingi, sedang di lahan rawa lebak dikenal jeruk siam Banjar kultivar yang berasal dari Sungai Tuan, Mahang dan Barikin. Karena keunggulannya, jeruk Siam Banjar yang berasal dari Sungai Madang, dilepas menjadi varietas unggul, dengan Surat Keputusan Menteri Pertanian nomor 862/Kpts/TP.240/11/98 (Susanto *at al.*, 2012). Deskripsi dari Jeruk Siam Banjar yang berasal dari Sungai Madang dapat kita lihat pada Tabel 1 berikut ini, dan tampilan buahnya seperti pada Gambar 1.

Tabel 1. Deskripsi jeruk Siam Banjar Sungai Madang

Karakter	
Asal Tanaman	Sungai Madang, Desa Gudang Hirang, Kecamatan Sungai Tabuk, Kabupaten Banjar, Propinsi Kalimantan Selatan
Tinggi tanaman	3,00 - 3,75 meter
Lebar tajuk	2,50 - 2,70 meter
Bentuk tanaman	Payung
Percabangan	Melengkung keatas
Warna batang	Kecoklatan
Bentuk batang	Bulat
Lingkar batang	20,00 cm
Warna daun bagian atas	Hijau muda
Warna daun bagian bawah	Hijau
Lebar daun	3,00 - 5,00 cm
Panjang daun	6,00 - 9,00 cm
Tepi daun	Bergerigi
Bentuk bunga	Seperti lonceng
Jumlah bunga/tandan	8,00 - 10,00 Buah
Jumlah bunga menjadi buah	6,00 - 8,00 buah

Sumber: Susanto *et al.* (2012)



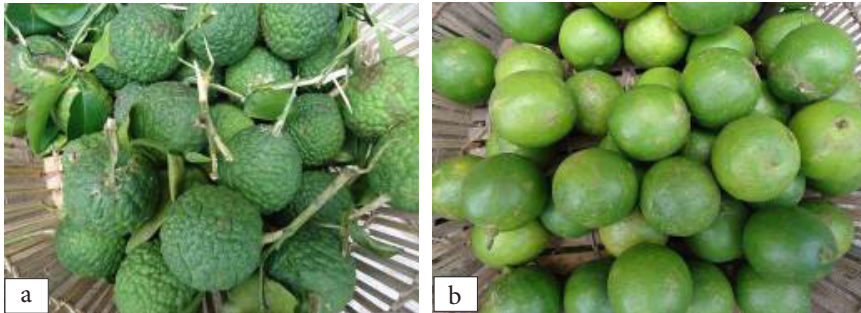
Gambar 1. Pertanaman jeruk dengan sistem surjan (kiri), jeruk Siam Banjar (kanan)
(Sumber: M. Saleh)

Jeruk kuit

Buah jeruk kuit (*Citrus* sp.) ini berukuran sedang sampai besar, permukaan kulitnya bergelombang, daging buahnya berwarna putih, dengan rasa asam segar, dan mempunyai aroma yang khas (Gambar 2a). Masyarakat Banjar, mengkonsumsi jeruk ini sebagai pemberi rasa asam segar pada masakan khas tradisional yakni soto Banjar. Tanaman jeruk kuit mempunyai penyebaran yang sempit, buah ini hanya ditemukan di pulau Kalimantan.

Jeruk nipis

Buah jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle) berukuran sedang sampai besar, ujung buahnya runcing, permukaan kulit buahnya licin, daging buahnya putih, dengan rasa asam, buah ini dikonsumsi sebagai pemberi rasa asam segar pada makanan (Gambar 2b). Selain untuk pemberi rasa segar pada makanan, jeruk nipis juga digunakan untuk berbagai jenis keperluan, salah satu diantaranya sebagai bahan baku jamu atau obat tradisional.



Gambar 2. Buah jeruk kuit (a) dan buah jeruk nipis (b) (Sumber: M. Saleh)

Jeruk peras dan jeruk sambal

Jeruk peras (*Citrus* sp.) ini dicirikan dengan ukuran buahnya yang lebih besar dibanding jeruk lainnya, berkulit tebal, daging buah berwarna putih, dengan rasa yang manis, dikonsumsi sebagai campuran rujak, atau diperas sebagai minuman segar (Gambar 3a). Sedangkan jeruk sambal (*Citrus* sp) buahnya berbentuk bundar, berukuran kecil, permukaan kulit

buah licin, rasanya asam, dikonsumsi sebagai pemberi rasa asam pada sambal (Gambar 3b).



Gambar 3. Jeruk peras (a) dan buah jeruk sambal (b) (Sumber: M. Saleh)

Kerabat rambutan

Rambutan

Rambutan (*Nephelium lappaceum*) adalah salah satu tanaman buah unggulan di lahan rawa. Di lahan rawa pasang surut maupun rawa lebak tengahan. Budidaya rambutan dilakukan dengan sistem tukang atau sistem surjan, dimana rambutan ditanam pada daerah yang tinggi (galangan) sedang pada tabukan ditanami padi (Gambar 4). Penanaman dengan sistem surjan atau tukang ini bertujuan agar tanaman tidak terendam saat air pasang.



Gambar 4. Penanaman rambutan dengan sistem surjan (Sumber: M. Saleh)

Beberapa rambutan varietas unggul yang dikenal di lahan rawa diantaranya adalah Si Timbul, Si Batuk, Garuda, Antalagi dan Si Bongkok. Semua varietas unggul tersebut pada umumnya berasal dari lahan rawa pasang surut, hanya varietas Zainal yang berasal dari lahan rawa lebak. Hasil pengujian Saleh (2006), menginformasikan bahwa terdapat keragaman fenotipe di antara varietas unggul lokal lahan rawa, keragaman tersebut ditunjukkan oleh karakter karakter panjang daun, lebar daun, berat buah, panjang buah, berat daging buah dan berat biji, variasi rasa dari manis sampai sangat manis, dengan variasi warna buah merah agak kuning sampai merah (Gambar 5). Hasil pengujian Saleh *et al.* (2010), menunjukkan adanya keragaman fenotipe dari 14 varietas rambutan lokal di Kalimantan Selatan dan Tengah untuk semua karakter yang diamati.



Gambar 5. Perbandingan antara varietas Antalagi dan Garuda (kiri) dan tiga varietas unggulan rambutan rawa pasang surut (kanan) (Sumber: M. Saleh)

Rambutan yang berasal dari lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan merupakan plasma nutfah dengan berbagai keunggulannya. Rambutan-rambutan unggul tersebut melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian dinyatakan sebagai varietas unggul diantaranya rambutan varietas Si Bongkok, Si Batuk Ganai, Antalagi dan Garuda. Deskripsi dari varietas-varietas tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi varietas unggul rambutan di lahan rawa

Deskripsi	Varitas			
	Si Bongkok	Si Batuk Ganai	Antalagi	Garuda
Asal	Sungai Lulut	Sungai Andai	Sungai Andai	Sungai Andai
Tinggi tanaman	6,0 - 8,0 m	7,5 - 9,0 m	7,0 - 9,0 m	5,0 - 9,0 m
Tajuk pohon	5,0 - 7,0 m	7,5 - 10,0 m	8,0 - 10,0 m	7,0 - 9,5 m
Bentuk Daun	Bulat panjang, ujung meruncing	Bulat panjang, ujung meruncing	Bulat panjang, ujung runcing	Bulat panjang, ujung tumpul
Warna daun	Hijau tua	Hijau tua	Hijau tua	Hijau tua
Bentuk tanaman	Seperti payung	Seperti payung	Seperti payung	Seperti payung
Bentuk batang	Gilig	Gilig	Gilig	Gilig
Warna batang	Kecoklatan	Kecoklatan	Kecoklatan	Kecoklatan
Percabangan	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Bentuk bunga	Bulat kecil dalam tandan, bertangkai pendek	Bulat kecil dalam tandan bertangkai pendek	Bulat kecil dalam tandan bertangkai pendek	Bulat kecil dalam tandan bertangkai pendek
Warna bunga	Kekuningan	Kekuningan	Kekuningan	Kekuningan
Bentuk buah	Lonjong dengan rambut agak halus	Bulat dengan rambut panjang	Bulat panjang agak pipih dengan rambut agak pendek	Agak lonjong dengan rambut panjang
Warna rambut	Merah tua	Merah dengan ujung agak kekuningan	Hijau kekuningan dengan ujung merah	Merah dengan ujung agak kekuningan
Warna buah	Merah tua kecoklatan	Merah	Kuning kehijauan	Merah
Warna daging buah	Putih	Putih	Putih	Putih
Sifat daging buah	Ngelotok, kulit biji agak melekat	Ngelotok, kulit biji agak melekat	Ngelotok, kulit biji melekat	Ngelotok
Rasa buah	Manis , agak kering	Manis segar agak berlender	Manis kering agak harum	Manis
Jumlah buah perpohon	3.500-4.500 buah/tahun	6.000-7.000 buah/tahun	4.000-5.000 buah/tahun	3.000-7.000 buah/tahun
Berat buah	50,67 g	41,1 g	42,0 g	68,15 g
Bentuk biji	Bulat panjang, ujung agak membengkok	-	Bulat panjang	Bulat panjang
Hasil perpohon	175 - 225 kg	240 - 280 kg	160 - 210 kg	200 - 270 kg

Sumber :Susanto *et al.* (2012)

Maritam

Maritam (*Nephelium ramboutanake*) tergolong tanaman yang sudah jarang ditemukan (langka) karena penyebaran tumbuhnya yang sempit. Tanaman ini hanya ditemui di lahan rawa lebak. Menurut Rohliansyah (2001), ketinggian pohon maritam dapat mencapai 15-20 m, diameter batang berkisar antara 25 – 40 cm, kulit batang berwarna abu-abu, pertumbuhan dahan dan rantingnya tidak teratur, bentuk daun memanjang, pertulangan daun menyirip, ukuran daun lebih kecil dibanding rambutan. Buah maritam tidak berambut, hanya berupa tonjolan duri tumpul pada kulitnya yang tebal, buah muda berwarna hijau, dan tua berwarna merah hati. Rasa buah bervariasi dari asam sampai manis, daging buah berwarna putih, banyak mengandung cairan, daging buah lengket dengan biji (Gambar 6).



Gambar 6. Buah maritam muda (kiri) dan buah maritam matang (kanan) (Sumber: M. Saleh)

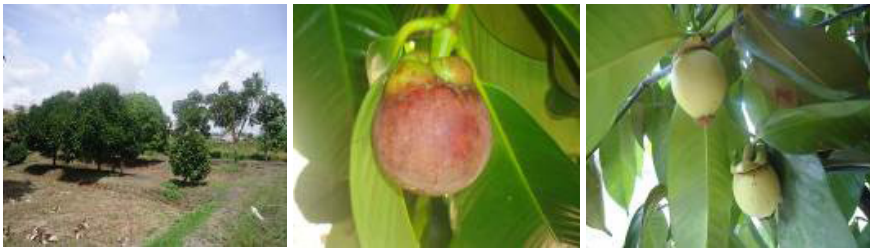
Kerabat Manggis

Di lahan rawa lebak terdapat dua kerabat manggis, yaitu Manggis (*Garcinia mangostana* L) dan Mundar (*Garcinia fobesii*). Kerabat manggis di lahan rawa umumnya tumbuh secara alami dan belum dibudidayakan. Tanaman mundar sudah agak jarang ditemukan dan tergolong tumbuhan yang langka. Petani mengambil hasilnya dari tanaman yang sudah ada. Secara alamiah, kelompok manggis tersebut dapat dijumpai di pematang atau daerah-daerah yang tinggi dan tidak tergenang.

Manggis

Hasil ekplorasi di Pulau Kalimantan dan Sumatera, ditemukan 3 varietas lokal manggis yaitu manggis ganal (besar), manggis Banjar dan manggis Palembang. Manggis ganal dicirikan dengan ukuran daun buah yang lebih besar dibanding manggis pada umumnya. Manggis merupakan hasil ekplorasi dari wilayah DAS sungai Sasayap Malinau, Kalimantan Timur. Manggis Palembang merupakan hasil kegiatan eksplorasi di lahan rawa Kayu Agung, Palembang (Ar-Riza *et al.*, 2004).

Untuk mempertahankan plasma nutfah dari tanaman manggis tersebut, ketiga varietas lokal manggis ditemukan di lahan rawa hasil eksplorasi tersebut ditanam di Kebun Percobaan Banjarbaru, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Lahan kebun konservasi tergolong ekosistem rawa lebak dangkal, sehingga konservasi dilakukan dengan sistem surjan. Pada sistem surjan ini, tanaman manggis ditanam pada lahan bagian atas (galangan), sedang pada lahan bagian bawah merupakan sawah yang ditanami dengan padi varietas lokal.



Gambar 7. Tanaman manggis (kiri), buah manggis masak (tengah) dan buah manggis ganal yang masih muda (kanan) (Sumber: M. Saleh).

Mundar

Tanaman mundar (*Garcinia fobesii*) dapat ditemui di lahan rawa lebak, seperti di Kabupaten Banjar, Tapin maupun Hulu Sungai Kalimantan Selatan, baik sebagai tanaman kebun maupun tanaman pekarangan. Tanaman mundar sekarang ini sudah mulai sulit ditemukan, sehingga tergolong tanaman yang mulai langka. Tinggi tanaman mundar mencapai 10-15 meter, dengan percabangan yang banyak dan daun yang rimbun. Daun berbentuk bulat telur memanjang dengan permukaan mengkilat. Buahnya berbentuk bundar dengan diameter kurang lebih 3,0 cm. Kulit buah cukup tebal, mengandung cairan

dengan warna merah menyala. Daging buah berwarna putih dengan rasa yang manis asam, biji kecil, pipih berwarna coklat muda. Di alam tanaman mundar berkembangbiak dengan biji.



Gambar 8. Mahkota pohon mundar (kiri), buah mudar masak (tengah), dan bagian buah mundar, biji dan daging buah mundar (kanan) (Sumber: M. Saleh)

Menurut Tirtawana (2002), perbandingan sifat buah manggis dan mundar dari Martapura, kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan, disajikan pada Tabel 3 berikut, dan keragaan buahnya pada Gambar 9.

Tabel 3. Perbandingan sifat manggis dan mundar dari Martapura (Kab. Banjar, Kalimantan Selatan)

Sifat	Manggis	Mundar
Ukuran buah	Besar (80-120 g)	Sedang (40-70 g)
Warna kulit masak	Cokelat keunguan	Merah cerah
Ketebalan kulit	Tebal	Tipis
Jumlah segmen	5-7 perbuah	6-9 perbuah
Rasa daging buah	Manis segar	Manis asam segar
Jumlah biji	1-2 perbuah	0-1 perbuah
Produktivitas	Sedang	Tinggi

Sumber : Tirtawarna (2002)



Gambar 9. Buah mundar dan manggis yang sudah matang (Sumber: M. Saleh)

Kerabat Nangka

Nangka dan kerabatnya tergolong tanaman tahunan (perennial), berbentuk pohon (arbor). Kerabat nangka pada umumnya tidak toleran terhadap genangan, sehingga hanya dapat bertahan hidup pada lahan rawa pasang surut tipe D, atau pada lahan rawa lebak dangkal yang tinggi dan tidak tergenang, atau ditanam pada lahan tukungan atau surjan.

Nangka

Tanaman nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) di lahan rawa selama ini hanya ditanam sebagai tanaman pekarangan, jarang yang ada ditanam secara khusus dalam bentuk hamparan. Pemeliharaan tidak dilakukan secara intensif. Menurut Saleh *et al.* (2007) dan Saleh dan Khairullah (2014), keragaman tanaman nangka di lahan rawa cukup beragam, diantaranya, (1) nangka Bilulang (Bahasa Banjar), daging buahnya berwarna kuning muda, keras dan manis, (2) nangka bubur, daging buahnya berwarna kuning muda, teksturnya lemah (lembek), (3) nangka setrup, daging buah berwarna merah, dengan rasa manis, (4) nangka emas, daging buah berwarna kuning keemasan, rasanya manis, dan (5) nangka roset, daging buah tebal, biji kecil, dengan rasa buah manis.

Cempedak

Secara alamiah, tanaman cempedak (*Artocarpus integer*) tumbuh liar pada hutan hujan dataran rendah. Ciri khas dari buah cempedak adalah aroma yang lebih kuat. Daging buah melekat pada biji, agak tipis, lembek, berserat, berwarna kuning dengan rasa yang manis (Indriyani dan Ihsan, 2015).

Tarap

Tarap (*Artocarpus odoratissimus*) tergolong tanaman langka, karena mempunyai daerah penyebaran yang sempit. Tanaman dicirikan dengan durinya yang lunak dan panjang, kulit buah berwarna hijau dan keras sewaktu muda, berangsur angsur coklat kekuningan dan lunak kalau sudah masak. Daging buah berwarna putih, lunak dan manis (Saleh dan Khairullah, 2014; Indriyani dan Ihsan, 2015).

Kupuan

Secara alamiah kupuan (*Artocarpus lanceifolia*) ini hidup pada hutan-hutan dataran rendah. Pada umumnya kerabat kupuan ini sama dengan tarap, hanya dibedakan dengan warna daging buahnya yang berwarna orange kemerahan dengan rasa manis harum. Buah muda dapat dimakan sebagai sayur, buah yang matang dikonsumsi daging buahnya, dan bijinya dikonsumsi dengan cara disangrai. Daging buah mengandung 92% karbohidrat, 2 % serat, 3,5 % protein dan bijinya mengandung 60% karbohidrat, 17 % serat 10 % protein (Indriyani dan Ihsan, 2015).

Kerabat pisang

Pisang

Tanaman pisang (*Musa paradisiaca*) cukup adaptif di lahan rawa dengan penyebaran yang cukup luas. Selama ini budidaya pisang masih secara tradisional, dimana petani menanam pada bagian lahan yang tinggi dan tidak tergenang, seperti pada pekarangan atau surjan di kebun mereka. Bervariasi jenis pisang yang berkembang baik di lahan rawa pasang surut maupun lebak di antaranya : Pisang pinurun, pisang awa, pisang mahuli, pisang susu, pisang kapas, pisang paikat, pisang jaranang. Secara khusus, tidak terdapat jenis pisang yang spesifik hanya hidup di rawa, pada umumnya semua jenis pisang yang terdapat di lahan rawa, adaptif juga di lahan tegalan.

Buah pisang dapat dibuat berbagai olahan sesuai dengan jenisnya. Secara tradisional pemanfaatan buah pisang dibuat dalam bentuk gorengan, direbus atau dimakan segar (Tabel 4).

Tabel 4. Jenis pisang dan pemanfaatannya.

No	Jenis pisang	Bentuk olahan
1.	Pisang kepok	Pisang goreng, kolak, lempeng, direbus
2.	Pisang awa	Rimpi, lempeng.
3.	Pisang mahuli	Dimakan segar (buah meja)
4.	Pisang talas	Pisang goreng, lempeng
5.	Pisang kapas	Dimakan segar (buah meja)
6.	Pisang paikat	Direbus
7.	Pisang ambon	Dimakan segar (buah meja)
8.	Pisang batu	Di sayur (kuah)
9.	Pisang susu	Dimakan segar (buah meja)
10.	Pisang raja	Dimakan segar (buah meja)
11.	Pisang jaranang	Dimakan segar (buah meja)
12.	Pisang saribu	Dimakan segar (buah meja)

Sumber: Wawancara pribadi

Pisang kepok dan pisang talas mempunyai beberapa keunggulan dan harga jualnya cukup tinggi. Keunggulan dari kedua pisang tersebut adalah jumlah buah/pertandan yang banyak (produksi tinggi), rasanya yang disukai dan dapat dibuat berbagai olahan. Karena keunggulannya tersebut kedua jenis pisang tersebut dilepas menjadi varietas unggul nasional melalui SK Mentan Nomor 498/Kpts/TP.240/10/2000, tanggal 27 Oktober 2000 dan 221/Kpts/TP.240/4/2001, tanggal 04 pril 2004 (Susanto *et al.*, 2012)

Peningkatan nilai tambah dan diversifikasi makanan, baik dari instansi daerah maupun pusat telah mengenalkan produk olahan buah pisang seperti tepung pisang. Tepung pisang ini juga sama fungsinya seperti tepung lainnya sebagai bahan dasar pembuatan berbagai macam kue.

Kelompok mangga

Hampalam

Hampalam (*Mangifera indica*) adalah mangga lokal yang banyak ditemui di lahan rawa, baik pada lahan rawa pasang surut maupun rawa lebak. Tanaman ini cukup adaptif terhadap genangan, sehingga dapat hidup di tepian sungai atau pada lahan rawa lebak tengahan yang tergenang selama delapan bulan. Banyak jenis hampalan yang dapat ditemui di lahan rawa. Pada lahan rawa pasang surut (Desa Sungai Tabuk, Sungai Lingi, Sungai Andai) dikenal

hampalam mangga dan hampalam sapat. Hampalam mangga dicirikan dengan rasanya yang manis dan tekstur daging buah yang halus, tidak berserat.



Gambar 10. Buah hampalam (kiri), kebun hampalam Hambuku (tengah) dan pohon hampalam hambuku (kanan) (Sumber: M. Saleh)

Pada lahan rawa lebak dikenal beberapa jenis hampalam, seperti hampalam hambuku, hampalam damar. Hampalam hambuku merupakan salah satu hampalam khas lahan rawa lebak ditemukan di sekitar kampung/daerah Hambuku Kab. Hulu Sungai Utara Kalimantan Selatan. Kelebihan hampalan hambuku ini adalah tahan terhadap genangan, berumur panjang, sangat produktif, dengan rasa bervariasi dari asam sampai manis. Di lapangan masih banyak ditemui pohon-pohon yang berumur puluhan tahun.

Kasturi

Salah satu kelompok mangga yang tergolong dari 200 jenis tumbuhan langka di Indonesia adalah Kasturi (*Mangifera casturi* Delmiana) (Mogea *et al.*, 2011). Kasturi tergolong tanaman yang endemik yang tumbuh khas ditemukan di Kalimantan. Buah kasturi sangat disukai masyarakat, karena beraroma yang wangi dan rasanya yang manis serta berbuah lebat, dengan harga jual buah yang cukup menarik. Di pasar tradisional harga jual kasturi berkisar antara Rp. 500,- s/d Rp.1.000,-/biji. Di lahan pekarangan, tanaman kasturi berfungsi sebagai peneduh. Buah yang tergolong famili *Anacardiaceae* ini, di Provinsi Kalimantan Selatan, diabadikan sebagai maskot floranya, disamping Bekantan sebagai maskot faunanya.

Tanaman kasturi tergolong ke dalam tanaman keras/tahunan (paranual), berupa pohon (arbor), pertumbuhan tegak, mencapai 25-30 meter, diameter batang mampu mencapai 1,5 meter (Saleh, 2010a). Warna batang abu-abu kecoklatan, permukaan pecah-pecah. Perakaran kuat, akar tunggangnya dapat mencapai kedalaman 10 meter. Dahan dan ranting

tumbuh tidak teratur. Daun berwarna hijau tua, tunggal (*folium simplex*), bertangkai, menyirip, bentuk memanjang, tepi rata, ujung meruncing (Saleh *et al.*, 2007a; Rohliansyah, 2001).

Bunga kasturi berwarna hijau kekuningan, terletak di ujung dahan dan ranting, benangsari banyak, dalam 5 berkas berbentuk kipas, kepala sari beruang 1, membengkok, tangkai putik tebal. Bunga berkelamin campuran, berumah satu. Buah tergolong buah buni, berumah satu, berbentuk bulat sampai bulat memanjang. Kulit buah yang masih muda berwarna kehijauan, menjelang matang berubah menjadi merah lembayung. Daging buah berwarna kuning muda sampai jingga, ada yang berserabut dan ada yang tidak (Gambar 11). Biji batu berdinding tebal (Gembong, 1997; Rohliansyah, 2001).



Gambar 11. Keragaman buah kasturi yaitu kasturi, kasturi palipisan dan kasturi mawar (Sumber: M. Saleh)

Keunggulan tanaman kasturi adalah berbuah lebat, buah beraroma wangi, rasanya manis. Kelemahannya kadang-kadang terserang lalat buah, ada yang berdaging tipis dan berserat (Antaralina, 2009). Hasil penelitian Saleh (2010a), dari kegiatan eksplorasi dan karakterisasi di wilayah Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan, ditemukan 4 (empat) jenis kasturi, yaitu: kasturi, kasturi rawa rawa, kasturi mawar dan kasturi palipisan. Pengelompokan kasturi ini berdasarkan bentuk buah, warna buah dan rasanya. Karakter kuantitatif buah dari kasturi tersebut disajikan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Karakter kuantitatif kasturi, kasuturi rawa-rawa, kasturi mawar dan kasturi palipisan.

No	Karakter	Kasturi rawa rawa	Kasturi Mawar	Kasturi Palipisan
1	Panjang buah (cm)	6,40	5,76	6,72
2	Diameter buah (cm)	4,72	4,91	5,10
3	Berat/buah (g).	76,60	62,17	78,56
4	Warna kulit muda	Hijau	Hijau	Hijau
5	Warna kulit masak	Coklat-ungu-kehitamaan	Coklat kemerahan	Coklat-ungu-kehitamaan
6	Warna daging	Jingga	Jingga kemerahan	Jingga.
7	Tekstur daging	Agak berserat	Agak berserat	Agak berserat
8	Rasa daging	Manis	Manis asam	Manis
9	Aroma buah	Harum	Harum	Harum

Sumber: Saleh (2010)

Bagian tanaman kasturi yang dimanfaatkan adalah buah dan batangnya. Buah kasturi dikonsumsi sebagai buah segar dan sebagai buah meja. Batangnya digunakan sebagai bahan bangunan dan bahan perkakas rumah tangga. Komposisi kimia dari buah segar kasturi disajikan dalam Tabel 6 berikut ini,

Tabel 6. Komposisi kimia buah segar kasturi

No	Komponen	Buah segar kasturi
1	Protein	0,30 %
2	Lemak	0,04 %
3	Pati	1,40 %
4	Total Gila	2,00 %
5	Kalori	9,6 kal/100 g)
6	Kadar asam	4,70 %
7	Karbohidrat	12,00 %
8	Sukrosa	7,93%
9	Vitamin A	6069,27 IU
10	Vitamin C	1,07 %

Sumber: Antarlina (2009)

Buah kasturi jika ditinjau dari karakter fisik dan komponen kimianya, dapat dikembangkan dalam berbagai bentuk olahan yang cukup potensial pada pengembangan agroindustri seperti sirup dan dodol kasturi. BPTP Kalimantan

Selatan, sudah mempunyai teknologi pembuatan sirup berbahan buah kasturi. Sirup tersebut menunjukkan rasa dan aroma buah kasturi. Dari hasil diseminasi melalui pameran, sirup kasturi ini mendapat hati di masyarakat.

Kasturi di lahan rawa berkembangbiak secara alamiah melalui bijinya yang jatuh atau disebarkan oleh hewan yang memakannya. Hasil penelitian perlakuan pencangkakan memberikan persentasi keberhasilan yang kecil. Perkembangbiakan secara vegetatif yang cukup memberikan keberhasilan adalah melalui penyambungan tanaman. Balai Benih Induk Tanaman Hortikultura Dinas Pertanian Provinsi Kalimantan Selatan selain menyediakan bibit dalam bentuk biji, juga menyediakan bibit dalam bentuk sambungan. Bibit yang berasal dari sambungan ini akan berbuah lebih cepat dengan bentuk tanaman yang tidak terlalu tinggi.

Kuini

Buah kuini (*Mangifera odorata*) dicirikan dengan aromanya yang khas. Daging buah berwarna kuning muda sampai kuning, berserat, dengan bentuk buah dari bundar sampai bundar agak memanjang. Berdasarkan bentuk buahnya, buah kuini dapat dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu kuini bini dan kuini laki. Kuini bini mempunyai buah yang bundar, sedang kuini laki buahnya agak memanjang. Warna kulit buah kuini laki lebih cerah, aroma lebih harum dan serat lebih halus. Karakteristik buah kuini disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kandungan buah Kuini

No	Komposisi kimia	Buah segar kuini
1	Kadar Air (%)	79,49
2	Kadar Abu (%)	0,82
3	Kadar Protein (%)	1,02
4	Kadar Lemak (%)	0,15
5	Kadar Pati (%)	10,76
6	Kadar Serat Kasar (%)	2,33
7	Kadar Total Gula (%)	11,33
8	Kadar Total Asam (%)	3,00
9	Kadar Vitamin C (%)	0,02
10	Karbohidrat (%)	18,59
11	Kalori (kal/100 g)	48,41

Sumber: Antarlina *et al.* (2003)

Pada lahan rawa pasang surut di daerah Anjir, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan terdapat kuini yang mempunyai keunggulan tahan terhadap ulat penggerek buah, toleran terhadap keasaman tanah sehingga dengan Surat keputusan Menteri Pertanian No 431/Kpts/PT.240/7/2002, tanggal 3 Juli 2002 dilepas varietas unggul kuini dengan nama Anjir Batola (Susanto *et al.*, 2012). Deskripsi kuini varietas Anjir Batola seperti pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Deskripsi tanaman kuini yang berasal dari Desa Handil Daham (Kecamatan Ajir Muara, Kabupaten Batola)

Asal tanaman	Karakteristik
Bentuk tanaman	Seperti payung, diameter 14 meter
Bentuk batang	Bulat, percabangan sedang.
Warna batang	Kecoklatan
Bentuk daun	Jorong, dengan ujung meruncing
Warna daun muda	Merah ungu
Warna daun tua	Hijau muda
Bentuk bunga	Kerucut
Warna bunga	Mahkota putih, bagian tengah merah hati
Warna tangkai bunga	Merah hati
Bentuk buah	Lonjong, dengan ujung buah sedikit berparuh
Warna buah	Pangkal kekuningan lainnya tetap hijau.
Ukuran buah	Panjang 11,0 cm, lebar 6,8 cm dan diameter 8,2 cm
Berat/buah	456,7 g
Aroma buah	Harum
Rasa buah	Manis
Kandungan Vitamin C	0,03 %
Kandungan gula	11,55 %
Kandungan serat kasar	2,55 %
Warna daging buah	Kuning orange
Bagian buah yang dimakan	55,0 % - 70,0 %
Bentuk biji	Kecil, lonjong pipih
Ukuran biji	Panjang 8,6 cm, lebar 5,7 cm dan tebal 4,9 cm
Jumlah buah/pohon	600-700 (umur 10 tahun) atau 274,0 kg.

Sumber: Susanto *et al.* (2012)



Gambar 12. Buah kuini yang matang dengan daging buah kuning cerah (Sumber: M. Saleh)

Kandungan nilai gizi dari beberapa kerabat manglefera seperti Kuini, Hampalam, Kasturi dan Rawa-rara disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kandungan nilai gizi dari beberapa kerabat manglefera

Nama Daerah	Sukrosa (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Vitamin A (IU)	Vitamin C (%)	Kadar Air (%)
Kuini	3,66	0,19	2,03	663,36	0,64	78,61
Hampalan	2,56	0,22	1,73	667,14	0,69	81,06
Kasturi	7,93	0,44	1,29	6.069,27	1,07	81,40
Rawa-rawa	6,87	0,55	1,02	7.924,19	0,78	82,69

Sumber : Jumberi dan Fadri (2010)

Hambawang

Hambawang (*Mangifera foetida*) adalah kerabat mangga yang kurang populer dibanding lainnya. Tanaman ini berbentuk pohon, tinggi dapat mencapai 8 meter. Batang, daun dan buahnya mengandung getah. Rasa buah bervariasi dari asam sampai manis dengan daging buah yang berserat, berwarna kuning sampai kuning keputihan. Dikenal beberapa jenis hambawang, di antaranya Hambawang tapah dan Hambawang damar. Hambawang tapah mempunyai ukuran buah yang besar, rasanya bervariasi dari asam sampai manis, sedangkan Hambawang damar, buahnya berukuran sedang dengan rasa manis.



Gambar 14. Tiga kerabat mangga (kiri) dan buah hambawang (kanan) (Sumber: M. Saleh).

Binjai

Tanaman binjai (*Mangifera kemanga*) cukup adaptif di lahan rawa lebak. Tanaman dengan pohon yang tinggi dan besar ini mempunyai umur yang dalam. Terdapat beberapa jenis Binjai diantaranya, binjai asam, binjai manis dan binjai habang.

Binjai asam. Binjai ini mempunyai rasa yang asam, dengan ukuran buah bervariasi dari kecil sampai besar, kulit buah berwarna coklat, dengan daging buah berwarna putih. Buah yang masak dikonsumsi sebagai sambal perangsang lauk makan dan buah yang muda bisa di buat manisan.



Gambar 15. Buah binjai asam dengan warna kulit coklat dan daging buah putih (Dokumentasi Penulis).

Binjai manis. Binjai ini mempunyai cita rasa yang manis, kulit buah berwarna hijau dengan daging buah berwarna putih. Buah masak dapat dikonsumsi sebagai buah segar. Keberadaan binjai manis ini tergolong langka, karena penyebarannya yang sempit. Binjai manis ini cukup baik beradaptasi pada rawa lebak di kaki pengunungan atau di daerah Pagatan, Batu Licin, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan.

Binjai habang. Binjai ini dicirikan dengan warna kulit buah yang merah muda kecoklatan, dengan rasa yang asam. Daging buah berwarna putih.

Kerabat Durian

Indonesia memiliki spesies durian yang banyak, dari 30 spesies yang ada di dunia, 18 spesies ditemukan di Kalimantan, tujuh spesies ditemukan di Sumatera (Santoso dan Priyono, 2015). Durian dan kerabatnya dapat ditemui di lahan rawa, baik pada lahan rawa lebak, maupun pasang surut. Di lahan rawa lebak biasanya ditemui pada lebak dangkal di wilayah yang tinggi dan tidak tergenang. Di lahan rawa pasang surut, dapat ditemui pada lahan pasang surut tipe D. Pada umumnya durian dan kerabatnya ini tumbuh dan berkembang secara alamiah di lahan rawa.

Durian

Tanaman durian (*Durio zibethinus* L) cukup adaptif di lahan rawa, khususnya di lahan rawa lebak dan lahan rawa pasang surut pada tipe luapan air C dan D. Hasil eksplorasi dan karakterisasi durian di lahan rawa pasang surut Kalimantan Tengah diperoleh sembilan asesi dengan berbagai variasi dan potensinya (Mawardi *et al.*, 2006). Beberapa kultivar durian lokal yang berasal dari lahan rawa pasang surut, ditemukan di kawasan Kabupaten Kuala Kapuas Kalimantan Tengah tersebut adalah: Waluh, Gantang, Mentega, Landak, Serangga, Kuning, Tipis, Belimbing dan Bainah (Mawardi *et al.*, 2006)

Hasil eksplorasi dan karakterisasi durian di lahan rawa lebak dangkal Kalimantan Selatan diperoleh delapan nomor asesi dengan berbagai variasi dan potensinya (Khairullah *et al.*, 2006). Hasil eksplorasi durian durian tersebut ditanam di lahan kebun konservasi tanaman buah eksotik lahan rawa di Kebun Percobaan Banjarbaru Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Kultivar durian lokal yang dijumpai di kawasan lahan rawa lebak Kalimantan Selatan, antara lain: Si Jepang dan Si Dodol dari Desa Karang

Intan), Si Itik, Si Kerikil, Malang Dewa, Si Hanau, Si Lakatan, Buaya Guntung dari Desa Padang Panjang (Khairullah *et al.*, 2006).



Gambar 16. Mahkota durian (kiri) dan buah durian (kanan) (Sumber: M. Saleh)

Pampaken

Pampaken (*Durio Kutejensis* Becc.) termasuk kelompok durian atau disebut juga Lai dapat ditemukan di kawasan lahan rawa, khususnya di lahan rawa lebak dangkal, tumbuh pada lahan-lahan (wilayah) yang tinggi dan tidak tergenang. Di lahan rawa pasang surut, pampaken dapat tumbuh pala lahan pasang surut tipe D. Pada umumnya tanaman ini tumbuh secara alamiah dan petani di lahan rawa memanen dari pohon-pohon yang sudah ada tanpa membudidayakannya. Kerabat durian ini tergolong berbatang (arbor), tinggi pohonnya dapat mencapai 8 meter. Menurut Mogeia *et al.* (2001), tanaman pampaken termasuk dari empat puluh jenis tanaman langka yang perlu dilestarikan.

Buah pampaken dicirikan dengan durinya yang lebih besar, jarang dan tumpul dibanding dengan buah durian (Gambar 17). Daging buah berwarna kuning keemasan, aroma lembut tidak menyengat, tekstur daging buah pulen-kering, cita rasa yang manis, dengan kandungan alkohol yang rendah serta mempunyai ketahanan simpan sampai 10 hari setelah buah jatuh (Santoso dan Priyono, 2015).



Gambar 17. Buah pampaken dengan warna daging buah kuning orange (Sumber: M. Saleh)

Mantuala

Mantuala (*Durio* sp.) dibedakan dengan durian dan pampaken berdasarkan warna kulit buahnya yang hijau seperti durian, dengan daging buah kuning orange seperti pampaken. Tanaman ini cukup adaptif di lahan rawa lebak. Menurut Santoso dan Priyono (2015), persilangan antara pampaken dengan durian, menghasilkan satu kerabat yang disebut Mantuala (Kalsel) atau Apun (Kalbar) atau Mandong (Kaltim). Karena keistemewaannya, buah matuala yang berasal dari Desa Kalibaru, Kecamatan Batu Benawa, Kabupaten Hulu Sungai Tengah (HST), oleh para peneliti dari Unlam, BPSB TPH, Dinas Pertanian Prop Kalsel dan Dinas Pertanian dan Perkebunan HST, didaftarkan pada Perlindungan Varietas Tanaman No. 16/PVL/2010 dan dilepas menjadi varietas unggul oleh Menteri Pertanian R.I. dengan SK Mentan No. 3272/Kpts/SR.120/10/2010, dengan nama Durian Mantuala varietas Batu Benawa (Susanto *et al.*, 2012).



Gambar 18. Kerabat durian Mantuala (Kiri) dan Mahrawin (kanan)

Mahrawin

Mahrawin (*Durio* sp.) merupakan kerabat durian dengan ciri khas durinya yang panjang dan tebal. Daging buah tergolong tipis dengan cita rasa yang manis. Tanaman mahrawin ini cukup toleran di lahan rawa lebak. Keberadaan mahrawin sudah tergolong langka. Kandungan gizi dari beberapa kerabat durian tersebut di sajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Kandungan gizi dari kerabat durian.

Kerabat Durio	Sukrosa (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Vitamin A (%)	Vitamin C (%)	Kadar Air (%)
Durian	11,07	2,85	4,14	603,50	2,03	64,96
Mahrawin	4,24	0,88	1,33	1028,69	1,94	62,58
Pampaken	3,63	0,71	1,30	3420,47	0,58	76,48
Mantuala	3,93	0,91	4,13	6262,15	0,99	70,46

Sumber : Jumberi dan Fadji (2010)

Kerabat Duku

Kerabat duku atau langsung secara alamiah ditemui pada lahan rawa, khususnya rawa lebak dangkal. Kerabat ini belum dibudidayakan secara intensif, petani memanen buahnya dari populasi yang ada di alam secara turun temurun. Kerabat duku/langsat ini berbentuk pohon, daun majemuk bertangkai dengan 5-7 anak daun, pankal dan ujung daun runcing, buah berbentuk bulat sampai bulat memanjang, daging buah berupa selubung biji yang transparan dengan rasa bervariasi dari asam sampai manis. Menurut hasil eksplorasi Saleh (2010b) diidentifikasi tiga kelompok duku/langsat, yaitu: Langsat (*Lansium domesticum* Correa), Langsat Roko (*Lansium* sp) dan Selat (*Lansium* sp)

Langsat. Langsat dicirikan dengan buahnya yang berkulit tipis, halus, licin, warna buah putih kekuningan, bergetah, bentuk buah cenderung bulat telur (memanjang), dengan rasa bervariasi dari asam sampai manis.

Langsat Roko. Langsat roko dicirikan dengan kulitnya yang tebal, kasar, agak berbulu halus, warna kulit kuning keputihan, tidak bergetah, bentuk buah bulat, dengan rasa bervariasi dari asam sampai manis, ukuran buah lebih besar dan panen lebih belakangan dibanding langsat.

Selat. Selat merupakan campuran duku-langsar, dicirikan dengan kulitnya yang agak tebal, kasar, warna buah kuning keputihan, tidak bergetah, bentuk buah cenderung bulat dengan rasa manis.



Gambar 19. Buah lungsar (kiri), selat (tengah) dan lungsar roko (kanan) (Sumber: M. Saleh)

Kerabat Rambai

Kerabat rambai berbentuk pohon (arbor), dengan tinggi dapat mencapai 10 meter. Rambai cukup adaptif di lahan rawa, baik lahan rawa lebak maupun lahan rawa pasang surut. Rambai asam tahan terhadap genangan pada lahan rawa di tepian sungai-sungai besar. Dikenal dua jenis rambai yaitu: Rambai biasa (*Baccaures mutleana*), Rambai asam (*Baccaures* sp), Kapul (*Baccaures macrocarpa*) dan Jajantik (*Baccaures* sp).

Rambai biasa

Rambai biasa dicirikan dengan bentuk buahnya yang kecil dengan rasa yang bervariasi dari asam sampai manis. Daging buah banyak mengandung air. Bentuk buah bervariasi dari bundar sampai memanjang. Buah yang manis pada umumnya dicirikan dengan warna daging buah yang transparan, sedang warna buah putih mempunyai rasa yang asam. Buah rambai dikonsumsi sebagai buah segar, sedang kulit buahnya digunakan sebagai pemberi rasa asam pada masakan tradisional.

Rambai asam

Rambai asam biasanya tumbuh di tepi sungai, berbiak dan berkembang secara alamiah. Penyebaran tanaman rambai asam ini dibantu oleh gerakan pasang-surut air sungai. Buah berukuran besar. Buah yang merupakan

makanan bagi satwa-satwa liar di lahan rawa seperti kera, bekantan, orang hutan dan berbagai jenis burung.

Kapul

Keberadaan tanaman kapul sudah mulai berkurang. Buah kapul dicirikan dengan kulit buah yang tebal, berwarna coklat, berbentuk bulat dengan ujung runcing. Biji gepeng, diselimuti oleh daging buah yang lunak, dengan rasa yang manis. Terdapat variasi diantara tanaman kapul, ada yang berdaging buah putih, merah dan kuning.

Jajantik

Tanaman Jajantik dicirikan dengan buahnya yang berukuran kecil dibanding kerabatnya rambai dan kapul, berbiji gepeng yang diselimuti oleh daging buah yang berwarna jingga, lunak dengan rasa manis asam segar. Kulit buah mudah terbuka saat buah sudah matang, sedang daging buah tetap menempel pada tangkai buah.



Gambar 20. Buah rambai biasa (kiri), kapul (tengah), dan jajantik (kanan) (Sumber: M.Saleh)

Kerabat Mentega

Kerabat mentega berbentuk pohon (arbor), mahkota daun rindang, sehingga petani di lahan rawa pada umumnya menanam di halaman rumah, sebagai tanaman pekarangan yang teduh. Tanaman ini tidak dibudidayakan secara intensif. Terdapat dua jenis kerabat mentega, yaitu Mentega (*Diospyrus philippensis* Desr. Gurke) dan Kacapuri (*Diospyrus kortalsian* Hiern)

Mentega

Tanaman mentega dikenal dengan ciri buahnya berbentuk bundar, permukaan kulit buah berbulu halus seperti beledru dan agak gatal, warna daging buah putih kekuningan seperti warna mentega. Buah yang masih muda keras dan berangsur-angsur lemah setelah matang. Buah yang matang berbau menyengat. Berdasarkan warna buahnya ada dua jenis, yaitu yang berwarna merah dan kuning.



Gambar 21. Buah mentega kulit merah yang telah masak (Sumber: M. Saleh)

Kacapuri

Tumbuhan kacapuri tergolong langka dan sulit ditemukan. Hidupnya secara alamiah tersebar di lahan rawa lebak, khususnya di Kabupaten Banjar, Kalsel dan daerah hulu sungai. Tumbuhan kacapuri tergolong tanaman tahunan, berbetuk pohon (arbor), bercabang. Daun tunggal, bentuk memanjang, bertangkai, tulang daun tidak jelas, permukaan licin. Buah kacapuri berbentuk bulat, kulit tebal berwarna hijau kekuningan, daging buah tipis, berwarna putih transparan, melapisi biji yang besar. Jumlah biji lebih dari satu, biasanya terdapat 3-5 biji perbuah.

Kelompok Eksotis lainnya

Kalangkala

Salah satu buah lokal Kalimantan yang belum tersentuh teknologi adalah kalangkala (*Litsea anquilata* BL). Kalangkala merupakan tanaman musiman yang hanya berbuah setahun sekali, bersamaan dengan musiman buah lainnya. Sebagian besar tanaman ini tumbuh liar, belum dibudidayakan secara baik.

Kalangkala tergolong tanaman keras/tahunan (paranual), berupa pohon (arbor), percabangan dan ranting tidak terlalu rapat, dengan jarak agak jarang. Tinggi dapat mencapai 10-20 meter, dengan diameter batang mencapai 25-50 cm. Warna kulit batang coklat muda bercampur keabu-abuan. Daun tunggal, berbentuk lonjong memanjang, pertulangan menyirip, panjang berkisar antara 12-51 cm dengan lebar 6-21 cm. Bunga tumbuh pada ranting, berwarna putih kehijauan dengan diameter 15 mm. Dalam satu tangkai terdapat 1–6 buah. Ketika masih muda, buahnya tertutup kelopak tangkai buah. Seiring membesarnya buah maka kelopak tangkai buah terbuka dan hanya menutup bagian yang ada di sekitar tangkai. Buah berbentuk bulat dapat mencapai 2,5–4,5 cm, buah muda berwarna hijau muda dan berubah warna menjadi merah muda atau merah jika telah tua. Daging buah bertekstur lunak, berwarna putih. Biji berkeping dua, bentuk bundar, warna coklat muda (Rohliansyah, 2001, Saleh dan Khairullah, 2014). Berdasarkan bentuk buahnya, di Kalimantan Selatan dikenal beberapa kelompok kalangkala seperti diuraikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Kelompok kalangkala dan karakteristiknya

No	Kelompok	Karakteristik
1.	Kalangkala halus	Buah dan biji tergolong kecil, warna buah masak merah cerah
2	Kalangkala padi	Buah dan biji tergolong sedang, warna buah masak merah muda
3	Kalangkala papan	Buah dan biji tergolong besar, warna buah masak merah muda

Sumber : Saleh (2017)

Tanaman kalangkala yang dikonsumsi adalah buahnya yang matang. Buah kalangkala dikonsumsi sebagai pelengkap nasi. Penyajian cukup mudah, buah kalangkala dilepas dari kelopak tangkai buah, dicuci bersih, kemudian direndam dengan air hangat selama kurang lebih 5-6 jam, ditaburi garam dan siap disajikan. Menurut Susi (2016), kandungan nilai gizi dalam buah kalangkala tidak kalah dibanding dengan buah buah lainnya. Analisis proksimat pada daging buah dan tepung dari biji kalangkala disajikan dalam Tabel 12 berikut. Sedangkan komposisi asam lemak dalam daging buah dan biji kalangkala disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Kandungan gizi daging buah dan tepung biji kalangkala

Kandungan nilai gizi	Daging buah	Tepung biji
Kadar air (% bb).	74,99	9,59
Kadar lemak (% bb)	1,67	36,72
Kadar Protein (% bb)	8,40	16,80
Kadar serat kasar (% bb)	10,57	14,94
Kadar abu (% bb)	0,82	3,46
Kadar Karbohidrat (% bb)	2,16	27,27
Kadar Vitamin C (mg/100 g)	102,00	87,64

Sumber: Susi (2016)

Tabel 14. Komposisi asam lemak pada daging buah dan tepung biji kalangkala

Kandungan	Daging buah	Tepung biji
Asam kaprat (C10:0)	13.229	78.668
Asam mirastat (C14:0)	10.228	6.758
Asam miristoleat (14:1)	32.205	139.753
Asam palmitat (C16:0)	48.181	14.991
Asam lignoserat (C 24; 0)	97.574	61.713

Sumber : Susi (2016)

Selain dikonsumsi, kalangkala juga digunakan masyarakat di lahan rawa sebagai obat. Bagian dari tanaman kalangkala yang dibuat sebagai obat adalah bijinya. Biji yang dihaluskan (diparut) dapat menghilangkan bekas luka. Salah satu kekurangan dari buah kalangkala adalah tidak dapat disimpan lama.



Gambar 22. Buah kalangkala masak (kiri), daun, buah muda, buah masak, dan biji kalangkala (Sumber: M. Saleh).

Balangkasua

Balangkasua atau ginalun (*Lapisanthes alata*) adalah buah lokal Kalimantan. Tanaman ini beradaptasi baik di lahan rawa, khususnya lahan rawa lebak. Ada dua jenis kalangkala, yaitu: kulit buah berwarna merah hati dikenal dengan sebutan ginalun habang dan kulit buah berwarna kuning dikenal dengan sebutan balangkasua kuning.

Ketinggian pohon tanaman ini dapat mencapai 5-7 meter, letak bunga menjuntai pada batang, tergolong tanaman berumah satu, buah berbentuk bulat, daging buah tipis berwarna putih sampai kuning agak pucat (Rohliansyah, 2001). Daging buah sulit diambil dan dipisahkan dengan selaput bijinya, sehingga bagian buah yang dapat dimakan hanya 41%. Daging buah balangkasua mengandung air 73,6%, protein 3,1%, pati 11,3%, total gula 12,2%, karbohidrat 21,7 %, dengan nilai kalori tergolong sedang, yaitu sebesar 60,2 % (Antarlina, 2009).



Gambar 23. Buah ginalun habang (kiri) dan balangkasua kuning (kanan) (Sumber: M. Saleh)

Ramania

Tanaman ramania (*Bouea macrophylla*) berbentuk pohon (arbor) yang tingginya dapat mencapai delapan meter, pertumbuhan membentuk mahkota rimbun. Tanaman ini cukup adaptif di lahan rawa, baik lahan rawa pasang surut maupun lebak (Gambar 24). Di lahan rawa terdapat dua jenis ramania, yaitu: ramania hintalu dan ramania harang

Ramania Hintalu. Ramania hintalu dicirikan dengan ukuran buahnya yang lebih besar, hampir sebesar telur (hintalu Bahasa Banjar). Warna buah kuning kemerahan, dengan rasa manis.

Ramania Harang. *Ramania harang* dicirikan dengan warna buah yang bercampur warna coklat kehitaman, dengan rasa buah yang manis.



Gambar 24. Buah ramania (kiri), *Ramania* dan ramania hintalu (kanan) (Sumber: M. Saleh)

Ketapi

Tanaman ketapi (*Sandoricum koetjape*) cukup adaptif di lahan rawa, baik rawa lebak maupun rawa pasang surut, sehingga tanaman ini banyak ditemui di tepi-tepi sungai ataupun di galangan. Di lahan rawa pasang surut, petani sengaja menanam ketapi untuk melindungi agar tepian sungainya tidak longsor. Jadi tanaman ini juga berfungsi konservasi.

Ada dua jenis ketapi yang ditemui di lahan rawa, yaitu : ketapi suntul dan ketapi ganal. Ketapi suntul dicirikan dengan buahnya yang lebih kecil dibanding ketapi ganal, bentuk buah yang agak membulat dengan ujung runcing, daging buah rasanya manis. Ketapi ganal mempunyai ukuran buah yang lebih besar dibanding ketapi suntul, buah berbentuk bundar dengan daging buah yang asam rasanya (Saleh *et al.*, 2007b).

Ketapi suntul mempunyai daging buah yang manis, sehingga dikonsumsi sebagai buah segar, atau campuran dalam pembuatan rujak. Sedang ketapi ganal mempunyai daging buah yang asam, sehingga digunakan sebagai bahan penambah rasa asam pada beberapa sayur tradisional. Menurut Anonim (2015) dan Rohliansyah (2001), daging buah ketapi dapat diolah sebagai manisan atau marmalade, kayunya dapat digunakan sebagai konstruksi rumah, bahan perkakas maupun sebagai kayu bakar. Tanaman ketapi juga dapat digunakan sebagai tanaman obat, rebusan daun digunakan untuk penurun demam, kulit batang sebagai obat cacing, akarnya sebagai obat kembung, sakit perut

dan diare, mengobati kulit yang bengkak, penguat tubuh setelah wanita melahirkan, sebagai obat penyakit kulit seperti kurap dan kulit kayunya dapat digunakan sebagai bahan pengawet untuk mengawetkan jala.

Tanaman ketapi dapat dibiakkan secara generatif, yaitu dari biji. Selama ini petani tidak menanam secara khusus, tetapi mengambil anakan yang ada disekitar pohon induk. Anakan ini berasal dari buah yang jatuh. Biji buangan setelah dikonsumsi daging buahnya atau sisa-sisa dari makanan binatang (kelelawar) juga akan tumbuh membentuk anakan baru. Sehingga tidak mengherankan kalau tanaman ketapi dapat menyebar secara alamiah di lahan rawa.



Gambar 25. Buah ketapi suntul yang sudah matang (Sumber: M. Saleh)

Nanas

Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) adalah tanaman buah yang adaptif di lahan rawa, baik lahan rawa pasang surut maupun lahan rawa lebak. Petani di lahan pasang surut menanam nanas pada lahan lahan yang kosong atau pada tepi-tepi jalan, tanpa pemeliharaan yang intensif. Ada dua jenis nanas lokal yang berkembang di lahan pasang surut dan gambut, yaitu nanas Paun dan nanas Tamban. Nanas Tamban sudah dilepas menjadi varietas unggul dengan Surat Keputusan Menteri Pertanian No : 2088/Kpts/S.R.120/5/2009, tanggal 7 Mei 2009.

Tabel 15. Deskripsi nanas unggul varietas Tamban

Karakter	
Umur berbunga	: 5 - 6 bulan
Umur panen	: 11 bulan
Bentuk buah	: Silindris
Panjang buah	: 18,2 - 19,21 cm
Diameter buah	: 11,5 - 13,5 cm
Warna kulit buah muda	: Hijau ungu
Warna kulit buah matang	: Hijau kuning
Mata buah	: Kecil
Rasa daging buah	: Manis segar
Aroma buah	: Harum
Kandungan gula	: 11,7 - 13,4 brix
Kandungan vitamin C	: 27 - 28 mg/100 g
Kandungan air	: 85,0 - 86,4 %

Sumber: Susanto *et al.* (2012)



Gambar 26. Tanaman nanas di lahan rawa pasang surut sulfat asam (kiri) dan buah nanas Paun yang masih muda (kanan) (Sumber: M. Saleh)

Penutup

Lahan rawa, secara alamiah merupakan suatu ekosistem yang didominasi oleh air sehingga hidrotopografinya dipengaruhi oleh air. Oleh karena itu, jenis tumbuhan yang dapat tumbuh dan berkembang adalah jenis tumbuhan memiliki adaptasi yang baik kondisi alam yang dominan dipengaruhi oleh air. Artinya jenis tumbuhan atau tanaman yang tidak tahan dengan air tidak dapat tumbuh secara optimal.

Secara alamiah, lahan rawa memiliki keanekaragaman hayati yang cukup tinggi dan sangat beragam jenisnya termasuk jenis tumbuhan yang komersial dan tidak komersial. Namun, hal tersebut merupakan kekayaan alam yang dinilai sangat berharga untuk keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan sumberdaya alamnya. Adanya campur tangan manusia, beberapa jenis tumbuhan sudah mulai punah dari lingkungannya.

Pada lahan rawa terdapat beberapa tanaman buah yang memiliki keunggulan tertentu. Karena keunggulan tersebut sehingga dilepas menjadi varietas unggul.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2015. Kecapi. Majalah Swadaya. Edisi 42. Maret 2015. 59. Hlm.
- Antarlina, S.S., Izzudin Noor, dan Sudirman Umar. 2003. Identifikasi sifat fisik dan kimia buah buahan lokal Kalimantan. Laporan Akhir Balittra tahun 2003. 12 Hlm.
- Antarlina, S. S. 2009. Identifikasi sifat fisik dan kimia dan buah buahan lokal Kalimantan. *Buletin Plasma Nutfah* 15(2): 80-90.
- Ar-Riza, I., B. S. Agus, I. Khairullah, dan Mawardi. 2004. Karakterisasi kesesuaian lahan untuk konservasi dan pengembangan buah-buahan eksotis lahan rawa. Laporan Akhir. 16 Hlm.
- Chairuddin, Gt. 1989. Keberadaan dan konservasi lahan basah kalimantan selatan. peranan sebagai “feeding ground” dan keanekaan jenis ikan. Workshop on Conservation of Sungai Nagara Wetlands, Barito Basin, South Kalimantan. KPSL Unlam Banjarbaru, 6-8 Maret 1989.
- Gembong, S.T.R. 1997. Morfologi Tumbuhan. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Husein, E., I. Las, dan D. Nursyamsi. 2014. Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia, Luas, Penyebaran, dan Potensi Ketersediaan. Badan Litbang Pertanian. 62 Hlm.
- Indriyani, N. L. P, dan F. Ihsa. 2015. Mengenal nangka dan kerabatnya. *Iptek Hortikultura* 11:47.50.
- Jumberi, A., dan Fadji J. 2010. Penggalan data pendukung domestifikasi dan komersialisasi jenis, spesies dan varietas tanaman buah di Kalimantan Selatan. Makalah Seminar Faperta Universitas Lambung Mangkurat. 40 Hlm.
- Khairullah, I., Mawardi., dan M. Sarwani. 2006. Sumberdaya hayati pertanian lahan rawa. *Dalam Didi Ardi et al.* (Eds.). Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. BBSDP. Badan Litban Pertanian. Hlm. 203-228.
- Mawardi., I. Khairullah., dan M. Saleh. 2006. Eksplorasi dan karakterisasi durian di lahan pasang surut Kalimantan Tengah. *Dalam Sriani et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi dan Pemuliaan

- Tanaman 2006. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor. Hlm. 19-24.
- Mogea, J. P., G. Djunaedi, W. Harry, E. R. Nasotion, dan Irawati. 2001. Tumbuhan langka Indonesia. Puslitbang Biologi, LIPI, Balai Penelitian Botani Herbarium Bogoreinse. Bogor. 109 Hlm.
- Noor, I., Achmadi. J., dan Norginayuwati. 2006. Sejarah pengembangan dan kearifan lokal budidaya jeruk di lahan rawa pasang surut. *Dalam* M.Noor, Koesrini dan D. Nazemi (eds). Jeruk Siam di Lahan Rawa Pasang Surut . Pengelolaan dan Pengembangannya. Hlm.9-20.
- Rohliansyah, Fahmi. 2001. Mengenal Buah-buahan Kalimantan. Adicita Karya Nusa. 117 Hlm.
- Rukmini. 2014. Biodeversiti sumber daya ikan pada agroekosistem rawa. *Dalam* Mukhlis *et al* (Eds.). Biodeversiti Rawa. Eksplorasi, penelitian dan Pelestariannya. IAARD PRESS. Badan Litbang Pertanian. Hlm. 216- 250.
- Salamiah. 2010. Pengendalian penyakit kulit diplodia pada jeruk Siam banjar menggunakan pengetahuan dasar mengenai siklus penyakit dan penerapan GAP. *Dalam* Ridwan *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Buah Nusantara. Badan Litbang Pertanian. Hlm. 55-73.
- Saleh, M. 2006. Variabilitas fenotip rambutan di lahan rawa. *Dalam* Sriani *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman 2006. Departemen Agronomi dan Hortikultur. Fakultas Pertanian. IPB. Hlm. 262-265.
- Saleh, M., Mawardi, E. Willian., dan D. Hatmoko. 2007a. Morfologi buah eksotik potensial di lahan rawa. *Dalam* Supriyo *et al.* (Eds.). Keanekaragaman Flora dan Buah-buah Eksotik Lahan Rawa. Hlm. 69-87
- Saleh, M., Mawardi dan I. Khairullah. 2007b. Potensi buah unggulan lahan rawa manggis, durian dan srikaya.. *Dalam* Supriyo,A. *et al.*, (eds). Keanekaragaman Flora dan Buh-buah eksotik lahan rawa. Hlm. 63-67
- Saleh, M. 2010a. Indentifikasi keragaman mangga kasturi. *Dalam* Ridwan *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Buah Nusantara. Badan Litbang Pertanian. Hlm. 314-318.
- Saleh, M. 2010b. Identifikasi keragaman buah langsung (duku) di Kalimantan Selatan. *Jurnal Agroscientiae* 17(2):86-89.
- Saleh, M., Mawardi., dan I. Khairullah. 2010. Keragaman fenotipe 14 rambutan varietas lokal di Kalimantan Selatan dan Tengah. *Dalam* Ridwan *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Buah Nusantara. Badan Litbang Pertanian. Hlm. 340-346.
- Saleh, M., dan I. Khairullah. 2014. Sumberdaya Hayati Tanaman Hortikultura di lahan rawa. *Dalam* Mukhlis *et al.* (Eds.). Biodiversiti Rawa. Eksplorasi, Penelitian dan Pelestariannya. Hlm. 38-64.
- Saleh, M., dan I. Khairullah. 2014. Sumberdaya hayati tanaman hortikultura

- di lahan rawa. *Dalam* M.Noor *et.al.*, (eds). Biodiversiti Rawa. Eksplorasi, Penelitian dan Pelestariannya. IAARD PRESS. Hlm 38-65.
- Saleh, M. 2017. Kalangkala (*Litsea angulata* BL.) Buah Eksotik Lokal Kalsel. Info Teknologi Pertanian Lahan Rawa. Volume 6, Nomor 2, Tahun 2017.
- Santoso, P. J., dan Priyono, A. 2015. Potensi dan status pengembangan tiga kerabat durian: Lai, Mandong, dan Kerantongan. *Iptek Hortikultura* 11: 31– 37.
- Sarwani, M., I. Khairullah, Nurtirtayani, Mawardi dan T. Alihamzah. 2002. Karakterisasi dan Pengelolaan Plasma Nutfah Tanaman Lahan Rawa. Laporan Akhir Tahun. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 26 halaman.
- Susanto, E. P. T., Dodik dan Suwarno. 2012. Deskripsi Bergambar. Hasil Observasi Varietas Unggu Kalimantan Selatan. Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura. Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Kalimantan Selatan. 60 Halaman.
- Susi. 2016. Identifikasi komponen kimia buah kalangkala dan buah binjai sebagai bahan pangan. *Dalam* Luki Abdullah *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Strategi Pemanfaatan Lahan Rawa Dalam Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional. Fakultas Pertanian Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjary. Hlm.104-114.
- Tirtawana, R. M. 2002. Mundar si manggis merah. *Majalah Trubus* 386, Januari 2002.

SERANGGA PENTING DI PERTANAMAN PADI, KEDE-LAI DAN JAGUNG PADA AGROEKOSISTEM RAWA

M. Thamrin dan S. Asikin

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

Jl. Kebun Karet, Loktabat Utara, Banjarbaru, Kalsel

Email: thamrintasrifin@gmail.com

Ringkasan

Agroekosistem rawa memiliki jenis serangga spesifik karena tidak semua serangga dapat beradaptasi dan berkembangbiak dalam lingkungan rawa. Keberhasilan serangga dalam mempertahankan kelangsungan hidupnya karena kemampuan reproduksi yang tinggi, mempunyai jenis makanan yang beragam, dan mampu menyelamatkan diri dari musuhnya. Peranan serangga dalam ekosistem sangat menentukan diantaranya untuk polinasi (penyerbuk banyak jenis tanaman), penghasil madu dan sutera, membantu dalam proses pembentukan humus serta menjadi musuh alami hama tertentu. Namun ada juga serangga yang merugikan manusia terutama sebagai hama tanaman. Dalam makalah ini diuraikan ciri-ciri dan biologi serangga penting baik sebagai hama ataupun musuh alami yang banyak terdapat di pertanaman padi, kedelai dan jagung pada agroekosistem rawa. Hama serangga penting yang diuraikan meliputi enam jenis hama serangga padi, yaitu penggerek batang padi putih, penggerek batang padi kuning, wereng coklat, hama pelipat daun, wereng hijau dan walang sangit, enam jenis hama serangga kedelai, yaitu lalat bibit, ulat grayak, ulat helicoverpa, ulat penggulung daun, penggerek polong, dan kepik polong dan empat jenis hama serangga jagung yaitu lalat bibit, ulat grayak, penggerek batang dan penggerek tongkol. Musuh alami yang berperan penting terdiri dari 25 jenis, yaitu *Telenomus rowani*, *T. dignus*, *T. triptus*, *T. dignoides*, *T. japonicum*, *Tetrastichus schoenobii*, *Cotesia cameron*, *Apanteles foerster*, *Ischnojoppa luteator*, *Xanthopimpla punctata*, *Trichogramma chilonis*, *Goryphus* spp., *Apanteles* spp., *Agriocnemis pygmaea*, *Agriocnemis femina femina*, *Ischnura segegalensis*, *Orthetrum sabina sabina*, *Ophionea nigrofasciata*, *Paederus fuscipes*, *Cyrtorhinus lividipennis*, *Microvellia* sp., *Harmonia ctomaculata*, *Menochilus sexmaculatus*, *Micraspis* sp., dan *Micraspis crocea*.

Pendahuluan

Serangga yang telah teridentifikasi diperkirakan berjumlah 1.413.000 spesies (Borror dan Long, 1998). Hasil eksplorasi di agroekosistem rawa diketahui sebanyak 187 spesies serangga dan laba-laba yang terdiri atas

14 ordo dan 124 famili dan diantaranya 12 jenis parasitoid dan 50 jenis predator (Gabriel *et al.*, 1986; Thamrin *et al.*, 1999).

Jenis dan penyebaran serangga dibatasi oleh faktor-faktor geologi dan ekologi antara lain iklim, musim, ketinggian tempat, serta jenis makanannya (Borror dan Long, 1998). Teknik budidaya dan keragaman tumbuhan di suatu tempat juga dapat mempengaruhi tingkah laku, kepadatan populasi, karakteristik hama dan musuh alaminya (Varley *et al.*, 1973). Pada umumnya serangga berhasil mempertahankan kelangsungan hidupnya pada habitat yang bervariasi karena kemampuan reproduksi yang tinggi, memakan jenis makanan yang beragam, dan mempunyai kemampuan menyelamatkan diri dari musuhnya (Borror dan Long, 1998). Reproduksi serangga dipengaruhi oleh *keperidian*, *fekunditas* (kesuburan) dan kecepatan siklus hidupnya. *Keperidian* adalah besarnya kemampuan serangga melahirkan keturunan baru. *Fekunditas* adalah kemampuan serangga betina memproduksi telur. Serangga berukuran kecil pada umumnya mempunyai *keperidian* yang besar, sedangkan serangga yang memiliki siklus hidup lebih pendek memiliki frekuensi bertelur yang lebih tinggi. Menurut Speight *et al.* (1999), serangga dalam mempertahankan kelangsungan hidupnya memiliki kemampuan untuk melindungi diri, misalnya bulu atau selubung pada ulat, racun atau bau, atau alat penusuk. Selain itu serangga mempunyai mobilitas tinggi antara lain terbang, lari, loncat, berenang atau menyelam untuk menghindari bila terusik atau diserang musuhnya. Thamrin (2014), mengemukakan bahwa agroekosistem rawa memiliki jenis tumbuhan, karakteristik tanah dan air, dan iklim yang khas sehingga tidak semua serangga dapat beradaptasi dan berkembangbiak dalam lingkungan tersebut.

Tulisan ini menguraikan tentang ciri-ciri dan biologi serangga penting baik sebagai hama ataupun musuh alami yang banyak terdapat di pertanaman padi, kedelai dan jagung pada agroekosistem rawa.

Hama Serangga Padi

Menurut Walker (1962), tercatat lebih dari 1.400 spesies serangga hama padi, diantaranya adalah ordo Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera, dan Diptera. Sedangkan Thamrin *et al.* (2013) dan Thamrin (2014) melaporkan bahwa hama serangga utama di pertanaman padi lahan rawa adalah penggerek batang padi putih (*Scirpophaga innotata* Walker), penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas* Walker), wereng coklat

(*Nilaparvata lugens* Stal.), hama pelipat daun (*Cnaphalocrosis medinalis*), wereng hijau (*Nephotettix* spp.), dan walang sangit (*Leptocorisa* spp).

Penggerek batang padi putih

Penggerek batang padi putih (Gambar 1 dan 2) termasuk dalam ordo Lepidoptera, famili Pyralidae. Serangga ini menyebar di Asia Tenggara, Asia Selatan, dan Australia. Di Indonesia, hama ini ditemukan di Kalimantan, Jawa, Sulawesi Selatan, Sumatera, Sumbawa, dan Madura (CABI, 2001). Di Jawa, penyebaran penggerek batang padi putih terbatas di dataran rendah dengan ketinggian <200 m dari permukaan laut dengan musim kemarau yang kering serta curah hujan dalam bulan Oktober-November kurang dari 200 mm (Kalshoven, 1981). Di lahan rawa pasang surut populasi penggerek batang putih adalah yang paling dominan dibandingkan penggerek batang kuning, sedangkan jenis penggerek batang lainnya belum pernah ditemukan (Thamrin *et al*, 2015).

Ngengat sangat tertarik pada cahaya, pada awal musim hujan ngengat keluar serempak dari populasi prepupa yang berdiapause. Puncak hasil tangkapan sangat jelas selama 10-14 malam untuk tiap generasi. Sayap ngengat berwarna putih, panjang betina 13 mm dan jantan 11 mm, hidup 4-7 hari dan maksimum 13 hari. Perbandingan populasi betina dan jantan adalah 2:1. Ngengat meletakkan telurnya berkelompok yaitu sebanyak 50-250 butir/kelompok dengan rata-rata 160 butir/kelompok, satu kelompok setiap malam satu hari selama 4 hari. Bentuk kelompok telur penggerek batang padi putih sama dengan kelompok telur penggerek batang padi kuning, ditutupi bulu dan telur diletakkan di permukaan daun bagian bawah. Dalam 5-8 hari telur menetas dan sebanyak 85% telur menetas sebelum pukul 13.00 (Balitpa, 1992).

Bentuk larva penggerek batang padi putih mirip dengan larva penggerek batang padi kuning, panjang maksimal 21 mm berwarna putih kekuningan. Stadium larva 19-31 hari kecuali untuk larva yang berdiapause. Larva instar terakhir akan menuju pangkal batang dan menjadi pupa. Lama periode pupa 6-9 hari dan berada di pangkal batang. Larva instar terakhir pada tanaman stadia generatif muncul pada musim kemarau, tidak langsung berubah menjadi pupa tetapi berdiapause di dalam pangkal batang untuk kemudian berubah menjadi pupa setelah ada hujan pada musim hujan berikutnya. Di Australia, larva berdiapause dalam tunggul padi dan padi liar (*Oryza australiensis*) selama musim dingin yang kering (Suharto dan Usyati, 2005). Di Indonesia larva

penggerek batang tidak berdiapause berkisar 2%-18% tetapi pada tahun 1990 populasi penggerek batang padi yang tidak berdiapause mencapai 75% (Sosromarsono, 1990). Menurut Baehaki (2013), larva penggerek batang padi putih yang berdiapause pada musim kemarau mencapai 3 bulan. Sedangkan larva penggerek batang padi kuning dan penggerek batang padi lainnya tidak mengalami diapause. Diapause larva penggerek batang padi putih di Jalur Pantura sebelum tahun 1989 mencapai 97%, namun setelah itu perilaku diapause menurun menjadi 25% saja. Perilaku berdiapause ini semakin berkurang pada kondisi hujan terus menerus dan persawahan setelah panen pada musim kemarau masih digenangi.



Gambar 1. Larva penggerek batang putih

Sumber: IIRRI



Gambar 2. Penggerek batang putih dewasa

Sumber: habibitani52.blogspot.com

Pada MH 1989/90, setelah *silent period* selama 50 tahun, hama penggerek batang padi putih menimbulkan ledakan pada pertanaman padi di Jalur Pantura (Baehaki, 1990). Serangan hama ini dimulai lagi pada MK 1988 di Bekasi yang merusak pertanaman padi seluas 100 ha sampai puso dan pada MH 1988/89 terjadi ledakan di Indramayu pada areal 2.000 ha (Baehaki, 2010). Pada MH 1989/90, populasi penggerek batang padi putih meningkat, mengakibatkan tanaman mengalami kerusakan yang berat, terutama varietas IR64 di Karawang Timur, Subang, Indramayu, dan Cirebon Barat seluas 65.040 ha dan 15.868 ha di antaranya puso.

Pada MH 1990 penggerek batang padi putih menyerang pertanaman padi di Pedes, Karawang, seluas 400 ha, 50 ha di antaranya puso. Pada MH 1990/91 populasi ngengat penggerek meningkat lagi dan sampai bulan Maret tercatat 2.156 ha tanaman padi yang terserang, setelah itu populasinya menurun tajam. Kenyataan tersebut menunjukkan bahwa penggerek batang padi putih sudah berubah perilaku, bukan hanya merusak tanaman padi pada musim hujan, tetapi juga pada musim kemarau (Baehaki, 1990).

Budidaya padi di lahan pasang surut cukup menarik untuk disimak, karena dengan frekuensi penggunaan insektisida sintetik yang rendah bahkan di sebagian tempat tidak menggunakannya, ternyata mampu menekan populasi penggerek batang padi pada batas yang rendah, dan sampai saat ini belum pernah terjadi kerusakan berarti. Hal ini disebabkan waktu tanam yang serempak, cara tanam seperti menebas sisa tanaman padi dan *memuntalnya* serta membiarkannya membusuk, tanam pindah yang dilakukan beberapa kali, memotong daun pada saat tanam. Cara-cara tersebut mengakibatkan gagalnya pupa penggerek batang menjadi imago, membunuh larva yang berada di dalam batang dan menggagalkan telur menetas menjadi larva. Faktor lainnya yang juga berperan menekan populasi penggerek batang adalah penggunaan pupuk nitrogen dalam dosis rendah, penggunaan abu sekam, populasi musuh alami yang tinggi, dan keberadaan gulma purun tikus (*Eleocharis dulcis*) (Thamrin *et al.*, 2013; Thamrin dan Asikin 2004; 2005).

Penggerek batang padi kuning

Penggerek batang padi kuning diperlihatkan dalam Gambar 3 dan Gambar 4. Penggerek batang padi kuning merupakan spesies penggerek yang penyebarannya sangat luas dari daerah bermusim dingin, subtropik sampai daerah tropik. Perilaku penggerek batang padi kuning bergantung pada geografi, dimana di daerah subtropik terjadi diapause, sedangkan di daerah tropik seperti Indonesia tidak terjadi diapause (Goot 1948 Dalam Suharto dan Usyati, 2009). Lama siklus hidupnya dipengaruhi oleh temperatur, sehingga di daerah subtropik hidupnya lebih panjang. Di daerah tropik, penanaman padi secara terus-menerus sepanjang tahun menyebabkan penggerek batang padi kuning akan terus berkembang, sehingga dalam satu tahun terdapat 7-8 generasi (Suharto dan Usyati, 2009). Menurut Thamrin *et al.* (2015), populasi penggerek batang kuning adalah yang paling dominan di lahan rawa lebak.

Ngengat penggerek batang padi kuning dicirikan oleh sayap yang berwarna kuning dengan titik hitam. Panjang ngengat jantan 14 mm dan betina 17 mm, dapat hidup 5-10 hari. Siklus hidup penggerek batang padi kuning berkisar 39-58 hari, bergantung pada lingkungan dan makanan. Jangkauan terbangnya mencapai 6-10 km. Ngengat bertelur pada pukul 19.00-22.00 dalam 3-5 malam. Setiap betina bertelur sebanyak 100-600 butir secara berkelompok, tiap kelompok terdiri atas 50-150 butir dan kelompok telur ditutupi oleh bulu halus. Dalam 6-7 hari telur menetas, lama stadium larva 28-35 hari yang terdiri atas 5-7 instar (Reissig *et al.*, 1985).

Larva penggerek selalu keluar masuk batang padi, sehingga satu ekor larva sampai menjadi ngengat dapat menghabiskan 6-15 batang padi. Larva penggerek batang padi kuning instar 1 segera menyebar setelah menetas, mencari anakan tanaman padi dan segera masuk ke batang tanaman dan memakan bagian dalam batang padi. Larva sulit dikendalikan karena terlindungi dari musuh alami dan insektisida, sehingga hama ini sering menimbulkan kegagalan panen (Bandong dan Litsinger, 2005). Dalam satu tunas hanya ada satu ekor larva yang hidup karena larva dari hama ini bersifat kanibal. Larva instar terakhir menuju pangkal batang untuk berubah menjadi pupa. Sebelum menjadi pupa, larva membuat lubang keluar pada pangkal batang dekat permukaan air atau tanah yang ditutupi oleh membran tipis untuk jalan keluar setelah menjadi imago. Pupa berwarna kekuning-kuningan atau agak putih dengan kokon berupa selaput benang berwarna putih. Panjang pupa 12-15 mm dan stadium pupa 6-23 hari. Pupa berada di dalam pangkal batang. Di daerah subtropik, jika temperatur turun larva instar terakhir menuju pangkal batang menjadi prepupa, dan jika temperatur naik prepupa berubah menjadi pupa dan keluar menjadi ngengat. Tanaman inang utama penggerek batang padi kuning adalah padi, tetapi dapat bertelur pada tanaman lain (Reissig *et al.*, 198). Menurut Suharto dan Usyati (2005), penggerek batang padi kuning paling dominan di Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Bali, dan Lombok. Pada tahun 2003, hama ini mendominasi serangan pada sembilan varietas padi populer di jalur pantura dengan intensitas serangan 37,9% pada pertanaman awal dan meningkat 65% pada pertanaman kedua.



Gambar 3. Larva penggerek batang kuning
Sumber:IRRI



Gambar 4. Penggerek batang kuning dewasa
Sumber:apps.cs.ipb.ac.id

Wereng coklat

Menurut Mochida (1977), wereng batang coklat atau lebih populer disebut wereng coklat seperti dalam Gambar 5 dan Gambar 6, berkembangbiak secara seksual, masa peneluran 3-4 hari untuk brachiptera (bersayap kerdil),

dan 3-8 hari untuk makroptera (bersayap panjang). Telur biasanya diletakkan berkelompok dalam pangkal pelepah daun, tetapi kalau populasinya tinggi, telur diletakkan di ujung pelepah daun dan tulang daun. Jumlah telur yang diletakkan dalam satu kelompok antara 3-21 butir (Baehaki, 1987 *Dalam* Baehaki dan Iman, 1991). Seekor wereng betina, selama hidupnya menghasilkan telur antara 270-902 butir yang terdiri dari 76-142 kelompok dengan rata-rata 654 butir dalam 101 kelompok (Mahrub dan Sukirno, 1976 *Dalam* Baehaki dan Iman, 1991). Telur menetas antara 7-11 hari dengan rata-rata sembilan hari (Mochida, 1977).



Gambar 5. Nimfa wereng coklat

Sumber: google



Gambar 6. Wereng coklat dewasa

Sumber: IRRI

Berdasar data Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, serangan wereng coklat di Indonesia pada dasawarsa 1971-1980 mencapai 3.093.593 ha, 1981-1990 tercatat 458.038 ha, 1991-2000 serangannya mencapai 312.610 ha dan pada 2001- 2010 mencapai 351.748 ha (Baehaki 2011). Di Kabupaten Banyuasin, serangan wereng coklat selalu terjadi setiap musim, serangan tertinggi terjadi pada MH 2012/2013 seluas 1.364,5 ha (BPTPH Sumsel, 2014).

Hasil pengamatan di daerah pasang surut Desa Kuala Sekampung (Kec. Sragi, Kab. Lampung Selatan, Prov. Lampung) pada bulan April-Mei 2014, serangan wereng coklat sangat tinggi, dengan intensitas kerusakan berkisar 40%-80%. Pengendalian dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis insektisida sintetik setiap hari, namun populasinya semakin meningkat. Hal ini diduga bahwa telah terjadi resistensi dan resurgensi wereng coklat akibat

penggunaan insektisida sintetik yang berlebihan. Selain itu, penggunaan varietas padi yang tidak beragam dan terlalu lama mengakibatkan hama ini berkembangbiak lebih cepat karena perubahan keperidian (Thamrin, 2015).

Hama pelipat daun

Hama pelipat daun atau disebut juga hama putih palsu (Gambar 7) berwarna coklat dengan garis hitam pada sayap, panjangnya 10-12 mm dengan rentang sayap 13-15 mm. Ngengat tertarik pada cahaya dan merupakan serangga nokturnal. Seekor betina dapat bertelur sampai 300 butir selama hidupnya (kurang lebih 10 hari). Telur diletakkan dalam kelompok sepanjang tulang daun dan jumlah telur pada setiap kelompok 10-12 butir dengan lama inkubasi telur 4-6 hari. Larva terdiri dari enam instar dan lama stadia larva 25-30 hari. Panjang larva instar keenam 20-25 mm dan lebar 1,5-2,0 mm (Gambar 8). Pupa terdapat dalam gulungan daun yang melipat dengan lama periode pupa 4-8 hari.

Serangan hama pelipat daun ditandai dengan adanya bagian daun yang transparan sejajar tulang daun, ditambah pula adanya daun yang melipat ke arah permukaan atas daun. Gejala ini disebabkan oleh larva yang memakan klorofil permukaan daun bagian atas, dan yang tertinggal epidermis daun bagian bawah sehingga menghasilkan bagian daun yang transparan. Daun yang melipat ke atas dan sisi daun bertemu yang disambungkan oleh serat yang dikeluarkan oleh larva. Larva kemudian hidup dan makan dari dalam daun tersebut. Menurut Nudarajan dan Nair (1983), setiap kerusakan 1,0% yang disebabkan oleh hama ini mengakibatkan kehilangan hasil 1,40%-1,46%.

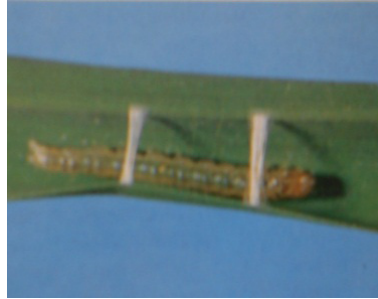
Selain menyerang padi, hama pelipat daun juga menyerang jenis rumputan lain, oleh karena itu penyiangan rumput harus dilakukan untuk megurangi serangan hama ini. Pemupukan N dapat mempengaruhi tingkat serangan. Pemberian pupuk 200 kg N/ha atau lebih dapat meningkatkan serangan, sebaliknya apabila pemupukan dilakukan secara berimbang dapat menekan serangannya. Cara kultur teknis lainnya, menyeragamkan waktu tanam, karena tanam satu bulan lebih dari pertanaman sekitarnya akan mendapat serangan berat (Suharto dan Noch, 1987).

Di lahan pasang surut, kerusakan padi yang disebabkan hama pelipat daun cukup tinggi di daerah yang banyak bertanam jeruk dan pisang. Hal ini diduga bahwa di daerah tersebut kelembabannya tinggi karena banyak naungan (Thamrin, 2013). Menurut Phatak dan Khan (1994) populasi

hama ini cepat meningkat di daerah yang menanam varietas unggul secara intensif, penggunaan takaran nitrogen yang tinggi, kelembaban tinggi dan temperatur optimum.



Gambar 7. Hama pelipat daun dewasa
Sumber:IRRI



Gambar 8. Larva hama pelipat daun
Sumber: IRRI

Wereng hijau

Pathak dan Khan (1994) menginformasikan bahwa ada empat jenis wereng hijau, yaitu *Nephotettix virescens* (Gambar 9), *N. cincticeps*, *N. nigropictus*, dan *N. malayanus*. Perkembangan wereng hijau dari telur sampai dewasa melalui 3 stadia, yaitu telur, nimfa, dan dewasa. Wereng hijau bukan hanya menyebabkan penyakit kerdil pada padi tetapi juga sebagai vektor dari virus tungro.

Serangga betina bertelur pada siang hari, telur-telur diletakkan pada ibu tulang daun atau di pelepah daun. Telur berbentuk bulat memanjang dan agak meruncing pada kedua ujungnya. Pada umur 2 atau 3 hari dua bintik merah mulai tampak pada salah satu ujungnya (Gambar 10). Bintik tersebut lebih nyata pada umur yang lebih tua dan ini merupakan mata facet embrio. Telur yang baru menetas berwarna bening, kemudian menjadi putih kekuning-kuningan. Masa inkubasi telur antara 6-10 hari, namun pada suhu yang lebih rendah masa inkubasi bertambah lama. Sebagian besar telur menetas pada waktu pagi antara pukul 06.00 sampai 12.00, namun pada suhu rendah (20°C) waktu penetasan telur tersebar dari pagi sampai sore hari.



Gambar 9. Wereng hijau dewasa

Sumber: IRRI



Gambar 10. Telur wereng hijau

Sumber: IRRI

Nimfa *N. virescens* terdiri atas 5 instar yang berlangsung keseluruhannya selama 13-18 butir. Nimfa muda berwarna putih kekuningan, setelah berganti kulit warnanya menjadi kuning atau hijau kekuningan hingga hijau terang. Setiap kali akan berganti kulit, nimfa tidak aktif dan tetap pada tempatnya. Nimfa dari telur yang menetas akan segera bergerak menuju ke bagian atas tanaman dan berkumpul di bagian bawah daun tua. Pada instar kedua dan seterusnya penyebarannya merata pada daun padi. Pada tanaman yang layu nimfa berkumpul pada bagian pangkal pelepah daun (Hibino, 1987).

Warna wereng hijau yang baru menjadi dewasa kekuning-kuningan, kemudian berubah secara bertahap menjadi hijau kekuning-kuningan yang akhirnya menjadi hijau dalam waktu ± 3 jam. Wereng hijau menjadi dewasa (imago) pada waktu pagi, imago jantan dan betina dapat hidup sampai 20 hari. Imago wereng hijau mempunyai tanda pada sayap bagian bawah yang lebih hitam dibanding dengan yang lain. Wereng hijau betina dapat menghasilkan telur sampai 300 butir. Produksi telur wereng hijau yang tertinggi terjadi pada suhu antara 29°-33°C. Pada suhu 20°C imago betina mati sebelum bertelur, sedangkan pada suhu 35°C produksi telur rata-rata rendah karena masa imago lebih pendek pada suhu itu (Fachruddin, 1980 Dalam Baehaki dan Iman, 1991).

Wereng hijau dapat merusak tanaman padi secara langsung dengan cara mengisap cairannya, selain itu juga berperan sebagai vektor penular virus yang menyebabkan penyakit tungro. Kecepatan penularan penyakit dipengaruhi oleh kepadatan dan proporsi vektor terinfeksi virus (penular aktif). Apabila keseimbangan baru yang mengatur populasi vektor mengarah kepada peningkatan populasi, dampaknya akan meningkatkan kecepatan penularan penyakit virus pada tanaman padi. Secara nasional pada periode 1996-2002, penyakit tungro menyerang tanaman padi rata-rata 16.477 ha dan menyebabkan puso seluas 1.027 ha. Tungro telah menyebar hampir di

seluruh daerah sentra produksi padi di Indonesia. Luas kerusakan penyakit tungro di beberapa provinsi yang memiliki lahan rawa sejak tahun 2010 sampai 2012 berkisar 11-839 ha dengan nilai puso 0-233 ha. Serangan dan nilai puso tertinggi terjadi di Papua (839 ha). Provinsi lainnya seperti Jambi, Riau dan Kalimantan Timur, luas kerusakannya hanya berkisar 0-5 ha (Kementan, 2013). Menurut Widiarta *et al.* (2009), aplikasi tumbuhan sambilata (*Andrographis paniculata*) dapat menekan pemerolehan maupun penularan virus tungro oleh wereng hijau. Dengan demikian sambilata memiliki prospek sebagai salah satu komponen teknologi untuk dirakit dalam pendekatan pengendalian terpadu penyakit tungro.

Walang sangit

Telur walang sangit berwarna hitam, berbentuk segi enam dan pipih. Satu kelompok telur terdiri dari 1-21 butir. Nimfa berukuran lebih kecil dari dewasa dan tidak bersayap. Lama periode nimfa rata-rata 17,1 hari (Suharto dan Siwi, 1991). Umumnya nimfa berwarna hijau muda dan menjadi coklat kekuning-kuningan pada bagian abdomen dan bersayap coklat saat dewasa (Gambar 11). Walaupun demikian warna serangga ini sangat ditentukan oleh makanan pada periode nimfa. Bagian ventral abdomen walang sangit berwarna coklat kekuning-kuningan jika dipelihara pada padi, tetapi hijau keputihan jika dipelihara pada rumput-rumputan (Goot, 1949 *Dalam* Suharto dan Siwi, 1991). Perbandingan jantan dengan betina 1:1. Hama ini baru dapat kawin 4-6 hari setelah menjadi dewasa dengan masa prapeneluran 8,1 hari. Daur hidup walang sangit berkisar 32-43 hari (Suharto dan Siwi, 1991). Lama periode bertelur rata-rata 57 hari (6-108 hari), sedangkan lama hidupnya rata-rata 80 hari (16-134 hari). Serangga betina selama hidupnya dapat bertelur 284,5 hari.

Walang sangit dewasa dan nimfa menyerang bulir padi mulai dari berbunga sampai panen. Serangan sebelum tanaman periode matang susu menyebabkan gabah hampa, sedangkan serangan pada padi yang telah berisi menjelang masak menyebabkan gabah berwarna sehingga kualitasnya menurun. Serangga ini lebih memilih malai yang matang susu dibandingkan stadia lainnya (Djuharso *et al.*, 1985). Menurut Suharto dan Damardjati (1988), lima ekor walang sangit tiap sembilan rumpun mengurangi hasil 15% dan sepuluh ekor tiap sembilan rumpun mengurangi hasil sampai 28%. Serangan pada tanaman yang matang tidak banyak mengurangi hasil. Sifat fisik dan kimia dari beras yang terserang tidak banyak berbeda, kecuali kadar proteinnya. Serangan pada stadia berbunga menyebabkan kadar protein beras

lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak terserang, sedangkan serangan pada stadia pematangan menyebabkan kadar protein beras lebih rendah.

Salah satu cara mengendalikan walang sangit adalah menggunakan tanaman perangkap, yaitu padi yang ditanam lebih awal pada areal kecil, dengan tujuan agar pada saat berbunga populasi walang sangit terpusat pada tanaman tersebut, maka pengendalian lebih mudah dilakukan. Luas areal tanaman perangkap 1,0-2,0 ha, dengan selisih waktu tanam satu bulan (Suharto dan Siwi, 1991).



Sumber: IRRI



Sumber: IRRI

Gambar 11. Telur (kiri) dan walang sangit dewasa (kanan)

Hama Serangga Kedelai

Di Indonesia terdapat 266 jenis serangga yang berasosiasi dengan tanaman kedelai yang terdiri dari 111 jenis hama, 53 jenis serangga bukan sasaran, 61 jenis predator dan 41 jenis parasitoid (Okada *et al.*, 1988). Sedangkan di lahan pasang surut, jenis hama serangga yang banyak menyerang kedelai adalah lalat bibit, ulat grayak, ulat helioverpa, ulat penggulung daun, penggerek polong, dan kepik polong (Willis *et al.*, 2003; Taufiq *et al.*, 2011).

Lalat bibit

Lalat bibit atau lalat kacang termasuk dalam ordo Diptera, famili Agromyzidae, genus *Ophiomyia* dan spesies *Ophiomyia phaseoli* Tr. Serangga jantan dewasa berwarna hitam mengkilat, berukuran 1,9 mm sedangkan betina dewasa 2,2 mm (Gambar 12). Imago meletakkan telur pada siang hari mulai pukul 6.00 sampai 17.00. Puncak produksi telur terjadi pada pukul 11.00 siang (Suhardjan dan Tengkan, 1983). Imago berkopulasi setelah berumur dua hari, antara pukul 7.00 sampai 10.00. Kapasitas bertelur rata-rata 94 butir dan terbanyak 183 butir setiap induk.

Telur diletakkan dalam lubang tusukan antara epidermis atas dan bawah pada keping biji (kotiledon) dan daun atau disisipkan dalam jaringan mesofil secara terpisah dekat pangkal kotiledon atau pangkal helai daun pertama dan kedua. Pada umumnya telur pertama diletakkan pada saat tanaman berumur 4 hari setelah tanam (hst). Umur yang paling disukai oleh imago adalah 5 hst. Telur berwarna putih berkilau seperti mutiara, berbentuk lonjong yang panjangnya 0,31 mm dan lebar 0,15 mm, dan menetas dalam 48 jam setelah diletakkan (Greathead, 1968; Kalshoven, 1981).

Bentuk larva ramping dan memanjang, pada stadia akhir panjangnya mencapai 3,75 mm. Larva yang baru keluar dari telur berwarna putih bening, sedangkan larva stadia terakhir berwarna kekuningan. Selama dua hari larva menggerek keping biji, namun dapat juga menggerek daun pertama atau daun kedua. Kemudian larva menuju ke batang terus ke pangkal akar atau pangkal batang melalui kulit batang dan akar. Stadia larva berkisar antara 7–11 hari dengan tingkat kematian 44% (Kalshoven, 1981).

Pupa dibentuk di bawah epidermis kulit batang atau kulit akar pada pangkal batang atau pangkal akar. Mula-mula pupa berwarna kekuningan, kemudian berubah kecoklat-coklatan pada umur yang lebih lanjut. Panjang pupa 3 mm, dan stadianya berkisar 7-13 hari dengan rata-rata sembilan hari. Sedangkan daur hidupnya berkisar 17-26 hari dengan rata-rata 21 hari (Kalshoven, 1981). Di laboratorium dengan suhu rata-rata 21°C daur hidupnya berkisar 27-31 hari (Greathed, 1968).



Gambar 12. Imago lalat bibit

Sumber: www.galerie.insect

Lalat bibit dapat menyerang setelah tanaman muncul di atas permukaan tanah dengan gejala awal berupa bintik-bintik putih pada biji, daun pertama atau daun kedua. Bintik-bintik tersebut adalah bekas tusukan alat peletak

telurnya dan kemungkinan juga sebagai bekas isapan cairan daun untuk makanan imago. Pada umumnya larva mulai memakan dan merusak jaringan keping biji bila umur tanaman telah mencapai enam hari. Larva ini berasal dari telur yang diletakkan pada tanaman yang berumur empat hst. Gejala serangan larva pada keping biji dan daun pertama atau kedua tampak berupa alur atau garis lengkung berwarna coklat yaitu liang gerakan larva yang berlangsung selama lebih kurang dua hari. Gejala serangan sudah tampak pada tujuh hst, kemudian larva akan menuju ke batang terus ke pangkal batang dan pangkal akar melalui jaringan di bawah epidermis kulit batang. Cara membuat liang gerakan juga melengkung membentuk spiral melingkari batang. Gejala serangan pada kulit batang sukar dilihat tanpa menggunakan mikroskop, terutama gerakan pada batang dekat pangkal keping biji atau pangkal tangkai daun. Gejala serangan awal ditandai berupa bintik-bintik putih pada keping biji, daun pertama atau daun kedua akibat tusukan alat peletak telur dan bekas pengisapan cairan daun untuk makanan imago. Umumnya larva mulai memakan dan merusak jaringan keping biji pada umur enam hari (Tengkano dan Sutarno, 1978; Turnipseed, 1973).

Sampai saat ini belum tersedia varietas kedelai yang tahan terhadap hama lalat bibit. Oleh karena itu untuk menanggulangi hama ini dapat dilakukan pengaturan waktu tanam, penggunaan jerami sebagai penutup, pergiliran tanaman dan penggunaan insektisida (Thamrin dan Willis, 2014).

Ulat grayak

Ulat grayak termasuk dalam ordo Lepidoptera, famili Noctuidae, genus *Spodoptera* dan spesies *Spodoptera litura*. Sayap serangga dewasa bagian depan berwarna coklat atau keperakan sedangkan sayap belakang berwarna keputihan dengan bercak hitam (Gambar 13a). Kemampuan terbang ngengat pada malam hari mencapai 5 km.

Telur berbentuk hampir bulat dengan bagian dasar melekat pada daun atau bagian tanaman lainnya, baik pada tanaman inang maupun bukan inang. Bentuk telur bervariasi, kelompok telur tertutup bulu seperti beledru berwarna kuning kecoklatan yang berasal dari bulu-bulu tubuh bagian ujung ngengat betina.

Larva (Gambar 13b) mempunyai warna bervariasi, memiliki kalung (bulan sabit) berwarna hitam pada segmen abdomen keempat dan kesepuluh. Pada sisi lateral dorsal terdapat garis kuning. Ulat yang baru

menetas berwarna hijau muda, bagian sisi coklat tua atau hitam kecoklatan, dan hidup berkelompok. Beberapa hari setelah menetas, larva menyebar dengan menggunakan benang sutera dari mulutnya. Pada siang hari larva bersembunyi di dalam tanah atau tempat yang lembab dan menyerang tanaman pada malam hari atau pada intensitas cahaya matahari rendah. Biasanya ulat berpindah ke tanaman lain secara bergerombol dalam jumlah besar.

Warna dan perilaku larva instar terakhir mirip ulat tanah *Agrothis ipsilon*, namun terdapat perbedaan yang cukup menyolok, yaitu pada ulat grayak terdapat tanda bulan sabit berwarna hijau gelap dengan garis punggung gelap memanjang. Pada umur dua minggu, panjang ulat sekitar 5 cm. Ulat berkepompong di dalam tanah, membentuk pupa tanpa rumah pupa (kokon), berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 1,6 cm. Seekor ngengat betina dapat meletakkan telur 2.000-3.000 butir dengan stadium berkisar 2-4 hari. Stadium larva terdiri atas 5 instar yang berlangsung selama 20-46 hari, sedangkan stadium pupa 8-11 hari. Siklus hidup berkisar antara 30-60 hari (Marwoto dan Suharsono, 2008).



Gambar 13a. Imago ulat grayak

Sumber: Google



Gambar 13b. Larva yang baru menetas

Sumber: Google

Larva yang masih muda merusak daun dengan meninggalkan sisa-sisa epidermis bagian atas (transparan) dan tulang daun (Gambar 13a). Larva instar lanjut merusak tulang daun dan kadang-kadang merusak polong. Biasanya larva berada di permukaan bawah daun, menyerang tanaman secara serentak dan berkelompok. Serangan berat menyebabkan tanaman gundul karena daun dan buah habis dimakan. Serangan berat umumnya terjadi pada musim kemarau, dan menyebabkan defoliiasi daun yang sangat berat (Marwoto dan Suharsono, 2008).



Gambar 13a. Gejala serangan ulat grayak

Sumber: Thamrin

Ulat grayak adalah hama serangga yang sulit dikendalikan karena perkembangbiakannya yang cepat dan mempunyai kisaran inang yang luas, yaitu hampir semua jenis tanaman pangan dan hortikultura (Laoh *et al.*, 2003). Kehilangan hasil akibat serangan ulat grayak pada tanaman kedelai berumur 30 hari mencapai 28,8% dan pada umur 79 hari mencapai 60,2% (Arifin, 1986). Menurut Willis *et al.* (2003), kerusakan kedelai yang disebabkan oleh ulat grayak di lahan rawa pasang surut berkisar 20%-60% bahkan dapat mencapai 80% apabila tidak dikendalikan.

Penggunaan benih sehat sangat penting, karena benih sehat akan tumbuh menjadi tanaman yang sehat pula. Tanaman yang sehat akan mampu mempertahankan diri dari serangan hama dengan kemampuan tumbuh kembali (*recovery*) yang lebih cepat. Pergiliran tanaman dengan menanam tanaman bukan inang pada saat sebelum atau sesudah tanam kedelai dapat memutus siklus hama sehingga populasinya menjadi tertekan. Sanitasi dengan membersihkan sisa-sisa tanaman atau tanaman lain yang dapat menjadi inang hama.

Penggulung daun

Kedelai termasuk tanaman inang bagi ulat penggulung daun (*Lamprosema indicata* F.). Ulat penggulung daun dewasa mempunyai dua bercak hitam pada kedua sisi prothorax. Ngengat betina berukuran kecil, berwarna coklat kekuningan dengan lebar rentangan sayap 20 mm (Gambar 15). Telur diletakkan secara berkelompok pada daun-daun muda yang terdiri dari 2-5 butir. Ulat yang keluar dari telur berwarna hijau, licin, transparan

dan agak mengkilap. Panjang tubuh ulat yang telah tumbuh penuh 20 mm. Kepompong terbentuk di dalam gulungan daun.

Larva (Gambar 16) dari hama ini berdiam dalam gulungan daun yang dibentuk pada pucuk sekaligus untuk meletakkan telur. Setelah besar, larva berpindah ke daun yang lebih tua. Ulat ini menyerang dengan memakan daun sehingga tertinggal hanya tulang daunnya saja.



Gambar 15. Imago penggulung daun

Sumber: forestryimages.org



Gambar 16. Larva penggulung daun

Sumber: bp.blogspot.com

Penggerek polong

Di Indonesia terdapat dua spesies penggerek polong, yaitu *Etiella zinckenella* dan *E. habsoni* (Lepidoptera: Pyralidae). Kedua spesies ini dapat dibedakan berdasarkan ada tidaknya garis putih pada sayap depan bagian pinggir. Sayap depan imago *E. zinckenella* memiliki garis putih (Gambar 17), sedangkan *E. habsoni* tidak memiliki garis tersebut. Mobilitas imago *E. zinckenella* lebih gesit dibandingkan *E. habsoni*, begitu juga perkembangan biologi dan perilaku reproduksi kedua spesies tersebut juga berbeda (Naito *et al.*, 1984).

Imago *E. zinckenella* meletakkan telur pada pukul 15.00-03.00 dan yang terbanyak pada pukul 18.00-21.00 (Kamandalu *et al.*, 1995), sedangkan *E. habsoni* pada pukul 12.00-23.59, terbanyak pada pukul 15.00-17.59 (Tengkano *et al.*, 1995). Bentuk telur kedua spesies tersebut sulit dibedakan. Kamandalu *et al.* (1995) melaporkan bahwa *E. zinckenella* meletakkan telur terutama pada polong. Tengkano (1999) menyatakan, keberadaan telur pada bunga (umur 42 dan 49 hst) perlu diperhitungkan dalam menentukan tindakan pengendalian. Lebih lanjut dilaporkan bahwa kelangsungan hidup larva *E. zinckenella* dipengaruhi oleh letak telur hingga tanaman berumur 56 hst serta ketersediaan dan kualitas pakan.

Satu ekor imago *E. zinckenella* mampu bertelur 54 butir (Jovilano, 1983), sedangkan kapasitas bertelur penggerek polong rata-rata 75 butir/ekor dan tertinggi mencapai 204 butir/ekor (Mangundojo, 1958 *Dalam* Tengkanan dan Soehardjan, 1985). Hasil penelitian lainnya melaporkan bahwa kapasitas bertelur penggerek polong berkisar antara 166-531 butir/ekor dan kisaran populasi bertelur antar individu 77-79 butir/ekor. Perbedaan kapasitas bertelur hama ini disebabkan oleh perbedaan jenis dan kualitas pakan pada saat stadium larva. Setelah telur berumur 3 hari, larva (Gambar 18) akan keluar mencari polong dan mulai menggerek biji. Kerusakan biji oleh larva bergantung pada ukuran biji yang dimakan. Stadium telur berlangsung 2-4 hari, larva 16 hari, prapupa 3-4 hari, pupa 9-15 hari, dan imago 7 hari (Tengkanan *et al.*, 1995). Prapeneluran berlangsung dua hari, puncak peneluran 5-6 hari, dan periode bertelur 4-24 hari (Tengkanan dan Soehardjan, 1985). Setelah mencapai instar 5, larva akan menuju ke bawah untuk membentuk pupa di dalam tanah (Baliadi *et al.*, 2008).



Gambar 17. Imago penggerek polong
Sumber: Google



Gambar 18. Larva penggerek polong
Sumber: Google

Hama *helicoverpa*

Imago atau ngengat *helicoverpa* (*Helicoverpa armigera* Hubner, Lepidoptera: Noctuidae) memiliki panjang tubuh sekitar 20 mm, berwarna coklat kekuningan dengan pencirinya noktah hitam dibagian sayap dan bentangnya $\pm$ 40 mm (Gambar 19). Imago betina meletakkan telur satu persatu pada pucuk daun, sekitar bunga dan cabang. Telur berbentuk bulat dan berwarna putih agak kekuning-kuningan, kemudian berubah menjadi kuning tua dan ketika akan menetas terlihat adanya bintik hitam. Stadium telur berkisar antara 2-5 hari dan persentase penetasan telur berkisar

63%-82%. Nisbah kelamin jantan dan betina 1 : 1. Stadium larva berkisar antara 12-25 hari. Ketika baru keluar dari telur, larva berwarna kuning muda dan tubuhnya berbentuk silinder. Larva muda kemudian berubah warna, terdapat variasi warna dan pola antar sesama larva. Larva (Gambar 20) terdiri dari lima instar, instar pertama (2-3 hari), kedua (2-4 hari), ketiga (2-5 hari), keempat (2-6 hari) dan kelima (4-7 hari). Pupa dibentuk di dalam tanah, pupa yang baru terbentuk berwarna kuning kemudian berubah kehijauan dan akhirnya berwarna kuning kecoklatan. Lama stadium pupa 10-14 hari. Ngengat betina muncul satu hari lebih awal dari ngengat jantan. Ngengat jantan mudah dibedakan dari ngengat betina karena ngengat betina mempunyai pola bercak-bercak berwarna pirang tua, sedang ngengat jantan tidak mempunyai pola seperti itu. Siklus hidup serangga ini berkisar antara 24-44 hari.



Gambar 19. Imago *helicoverpa*
Sumber: ppis.moag.gov.il



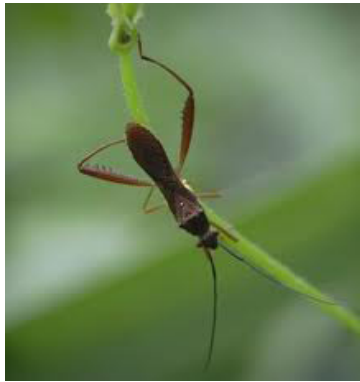
Gambar 20. Larva *helicoverpa*
Sumber: syngenta.com

Pengisap polong

Kepik polong (*Riptortus linearis* F., Hemiptera: Alydidae), berbadan panjang dan berwarna kuning coklat. Morfologinya mirip dengan walang sangit, tetapi dapat dibedakan dengan adanya garis putih kekuningan-kuningan yang terdapat disepanjang sisi badannya (Gambar 21). Mawan dan Amalia (2011) melaporkan bahwa pada abdomen betina terdapat garis segitiga berwarna putih, sedangkan pada jantan hanya ada garis memanjang berwarna putih. Jika sudah berisi telur, serangga betina memiliki abdomen yang membesar dan menggembung pada bagian tengah, sedangkan abdomen jantan lurus ke belakang. Lebih lanjut Tengkan (1979) dan Kalshoven

(1981), menyebutkan bahwa panjang badan kepik betina 13-14 mm dan jantan 11-13 mm. Abdomen kepik betina bagian tengah membesar dan gembung, sedangkan kepik jantan lurus ke belakang.

Telur diletakkan berkelompok pada permukaan daun bagian bawah dan atau polong, tiga sampai lima butir. Bentuk telur bulat dengan bagian tengah agak cekung. Telur yang baru diletakkan berwarna biru keabu-abuan, kemudian menjadi coklat suram. Diameter telur 1,2 mm dengan stadia 6-7 hari (Tengkano, 1979; Kalshoven, 1981).



Gambar 21. Imago kepik polong

Sumber: ahahermanto.wordpress.com

Nimfa terdiri dari lima instar, masing-masing instar berbeda bentuk, warna, ukuran dan umur. Instar pertama mirip semut gramang, warnanya mula-mula kemerah-merahan kemudian berubah menjadi coklat kekuning-kuningan, berumur 1-3 hari dengan panjang badan rata-rata 2,6 mm. Instar kedua juga mirip semut gramang, mula-mula berwarna coklat kekuning-kuningan berubah menjadi coklat tua dengan umur instar dua antara 2-4 hari dan panjang badan 3,4 mm. Instar ketiga mirip semut rangrang, mula-mula berwarna kemerah-merahan kemudian berubah menjadi coklat. Umur instar tiga antara 2-6 hari dan panjang badannya 6,0 mm. Instar keempat mirip semut polyrachis, mula-mula berwarna kemerah-merahan kemudian berubah menjadi coklat hitam. Umur instar empat antara 3-6 hari dan panjang badan rata-rata 7,0 mm. Instar kelima mirip semut polyrachis, mula-mula berwarna kemerah-merahan, kemudian berubah menjadi hitam agak abu-abu. Umur instar antara 5-8 hari dan panjang badan rata-rata 9,9 mm. Total umur nimfa rata-rata 23 hari dan perkembangan dari telur sampai imago rata-rata 29

hari dan prapeneluran lima hari (Tengkano, 1979). Sedangkan lama stadium imago $29,3 \pm 13,8$ hari, dan lama perkembangannya sejak telur sampai dewasa rata-rata 64,5 hari (Mawan dan Amalia, 2011).

Hama Serangga Jagung

Di Indonesia telah diketahui sekitar 50 spesies serangga yang menyerang tanaman jagung meski hanya beberapa di antaranya yang sering menimbulkan kerusakan berarti (Baco dan Tandiabang, 1988), sedangkan hama serangga yang banyak menyerang pertanaman jagung di lahan rawa adalah lalat bibit (*Atherigona oryzae*), ulat grayak, penggerek batang jagung (*Ostrinia furnacalis*) dan penggerek tongkol jagung (*Helicoverpa armigera*).

Lalat bibit

Lalat bibit meletakkan telurnya di permukaan daun pada sore hari. Panjang telur rata-rata 1,2mm dengan lebar 0,3mm. Telur menetas 44-66 jam setelah diletakkan. Waktu penetasan telur berkisar antara pukul 16.00-03.00. Setelah menetas menjadi larva, maka larva masuk ke dalam tanaman melalui pelepah atau gulungan daun sambil memakan jaringan tanaman. Lapisan air pada permukaan daun akan mempermudah masuknya larva ke dalam pelepah daun. Stadium larva berlangsung selama rata-rata 17 hari, kemudian masuk ke dalam tanah untuk membentuk pupa. Kematian tanaman dapat terjadi akibat kerusakan pada titik tumbuh (Iqbal *et al.*, 1996). Pupa terbentuk di dalam tanah sekitar perakaran tanaman jagung. Stadium pupa berlangsung rata-rata 8 hari, kemudian menjadi imago. Imago berwarna kelabu yang panjangnya rata-rata 3 mm. Stadium imago berlangsung rata-rata 7 hari (Ruhendi *et al.*, 1985). Lalat bibit cepat berkembangbiak pada kelembaban tinggi, oleh karena itu musim hujan lalat ini merupakan hama utama jagung. Siklus hidupnya berkisar 15-25 hari. Seekor lalat bibit betina mampu bertelur 20-25 butir (Kalshoven, 1981).

Lalat bibit menyerang jagung pada masa pertumbuhan vegetatif awal dan serangan menurun jika tanaman sudah berumur 30 hari. Larva muda yang makan pada pangkal daun menimbulkan gejala seperti daun berlubang-lubang, pertumbuhan terhambat, menguning, jaringan membusuk atau seperti gejala sundep. Tanaman inang selain jagung dapat juga menyerang padi gogo dan rumput-rumputan seperti *Cynodon dactylon*, *Panicum repens* dan

Paspalum sp. Pengendalian terhadap hama ini dapat menggunakan varietas tahan dan perlakuan benih (Gabriel, 1971).

Penggerek batang jagung

Serangga dewasa mulai meletakkan telurnya pada tanaman jagung yang berumur kurang lebih dua minggu. Puncak peletakan telur terjadi pada saat pembentukan malai sampai keluar bunga jantan (Nafus *et al.*, 1987 Dalam Baco dan Tandiang, 1988). Telur diletakkan secara berkelompok pada permukaan bawah daun dekat tulang daun, terutama pada daun muda yakni 3 daun teratas. Jumlah telur tiap kelompok sangat bervariasi antara 30-50 butir atau bahkan dapat lebih dari 90 butir. Pada stadia pembentukan malai, larva instar 1, 2 dan 3 memakan daun muda yang masih menggulung, kemudian pada stadia lanjut berada pada bunga jantan sekitar 60-100%. Larva instar 4, 5 dan 6 mulai membuat lubang pada bagian buku dan masuk ke dalam batang. Dalam satu lubang biasanya ditemukan lebih dari satu larva. Lama stadium larva 18-27 hari. Larva yang akan membentuk pupa membuat lubang yang ditutupi lapisan epidermis sebagai jalan keluar apabila dewasa. Pupa terbentuk dalam batang dengan panjang waktu stadium 5-10 hari.

Hama penggerek batang dapat menyerang pada setiap fase pertumbuhan tanaman jagung, namun sejak akhir fase kedua sampai awal fase keempat merupakan fase yang paling rentan. Pada awal fase kedua (sebelum membentuk bunga) serangannya masih rendah, karena pada saat tersebut tanaman banyak membentuk enzim dimboa yang dapat mempengaruhi tingkat serangan penggerek batang. Pada saat tanaman membentuk bunga, pembentukan enzim dimboa berkurang, sehingga serangan penggerek batang meningkat. Disamping itu, serangga ini sangat menyenangi keberadaan bunga jantan jagung. Puncak peletakan telur terjadi pada stadia pembentukan bunga jantan (Gabriel, 1971).

Larva yang menyerang tanaman jagung umur 2 hingga 4 minggu menyebabkan kerusakan pada daun, pucuk dan batang, sedangkan serangan pada umur 6 minggu menyebabkan kerusakan pada daun, batang, bunga jantan dan bunga betina. Larva yang menyerang tanaman jagung umur 8 minggu menyebabkan kerusakan pada daun dan batang. Akibat serangan hama ini, batang tanaman banyak yang patah sehingga tanaman tidak menghasilkan tongkol yang sempurna (Nafus *et al.*, 1987 Dalam Baco dan Tandiang, 1988). Setelah masa panen jagung, sebagian larva ditemukan

pada tanaman sorgum, coix, *Panicum viride*, *Amaranthus* sp. dan berbagai jenis tumbuhan lain (Kalshoven, 1981).

Penggerek tongkol jagung

Serangga dewasa meletakkan telur di jambul tongkol jagung pada malam hari. Seekor betina mampu bertelur 1.000 butir. Stadium telur 2-5 hari hingga menjadi larva (Kalshoven, 1981). Larva yang baru menetas akan memakan jambul tongkol, kemudian membuat lubang masuk ke tongkol. Larva akan meninggalkan kotoran pada tongkol dan tercipta iklim yang cocok untuk pertumbuhan jamur yang menghasilkan mikotoksin sehingga tongkol rusak. Penggerek ini juga dapat menyerang tanaman muda terutama pada pucuk atau malai yang dapat mengakibatkan tidak terbentuknya bunga jantan, berkurangnya hasil bahkan tanaman dapat mati (Sparks, 1979 Dalam Baco dan Tandiabang, 1988). Larva muda berwarna putih kekuning-kuningan dengan kepala hitam. Stadium larva berkisar 17-24 hari terdiri dari enam instar. Larva bersifat kanibal sehingga jarang dijumpai lebih dari 2 larva dalam satu tongkol. Larva instar terakhir akan meninggalkan tongkol dan membentuk pupa dalam tanah, stadium pupa berkisar 12-14 hari.

Perkembangan telur sampai menjadi imago sekitar 35 hari. Imago akan meletakkan telur pada saat tanaman berbunga, sehingga larva mendapatkan tongkol yang cocok untuk perkembangannya. Imago tertarik terhadap sinar ultraviolet, tidak tertarik terhadap lampu minyak biasa (Kalshoven, 1981). Hama ini bersifat polifag, akan tetapi lebih menyukai tongkol walaupun kadang-kadang dijumpai juga pada daun tanaman. Ulat ini juga menyerang tembakau, sorgum, kapas, tomat dan kacang-kacangan.

Ulat grayak

Serangga dewasa meletakkan telur secara berkelompok pada daun. Kelompok telur ditutupi oleh bulu-bulu berwarna coklat muda. Setiap kelompok telur terdapat 50-400 butir. Seekor betina meletakkan telur sampai 1.500 butir. Stadium telur berlangsung 3-5 hari (Kalshoven, 1981). Kemampuan meletakkan telur meningkat dengan adanya kanibalisme di antara larva betina. Kanibalisme ini merupakan kompensasi dari miskinnya kualitas makanan dan merupakan faktor yang penting dalam dinamika populasi (Alzubaidi dan Capinera, 1983).

Larva muda untuk sementara tinggal pada tempat peletakan telur dan menyerang secara berkelompok. Pada siang hari, larva bersembunyi di dalam tanah dan aktif menyerang pada malam hari, kecuali *S. exempta* yang juga aktif pada siang hari. Pola warna larva berbeda tergantung pada perilakunya. Pada kondisi berdesakan yaitu fase gregarious, larva berwarna gelap dan berperilaku aktif, sedang pada fase solitary, larva berwarna lebih terang dan berperilaku pasif. Larva dapat mencapai panjang 4,0-4,5 cm dengan stadium 13-18 hari. Pupa terbentuk dalam tanah dengan stadium ± 9 hari. Perkembangan dari telur sampai dewasa berkisar 29-31 hari. Serangga dewasa hidupnya pendek, namun dapat kawin beberapa kali dan meletakkan telur selama 2-6 hari (Kalshoven, 1981).

Peledakan populasi ulat grayak dapat terjadi secara tiba-tiba dan juga cepat hilang. Peledakan populasi hama ini dikarenakan adanya perubahan iklim, terutama periode kering yang diikuti curah hujan dan kelembaban yang tinggi disertai dengan makanan yang melimpah. Seringkali ledakan populasi didahului oleh kondisi yang kurang menguntungkan bagi perkembangan parasitoid dan predator. Hama ini bersifat polifag dapat menyerang tanaman padi, jagung, sorgum dan kacang-kacangan. Daun tanaman dapat dimakan habis sampai hanya tersisa tulang daunnya.

Serangga Musuh Alami

Parasitoid

Inang parasitoid umumnya lebih spesifik dibandingkan predator. Predator membutuhkan beberapa mangsa untuk menyelesaikan perkembangannya, akan tetapi parasitoid biasanya hanya membutuhkan satu inang saja. Parasitoid dapat menyerang telur, larva, nimfa, pupa atau imago dan akan menjadi lebih efektif apabila populasi inangnya melimpah. Parasitoid dapat menemukan inangnya walaupun pada populasi yang rendah (Shepard *et al.*, 1987).

Parasitoid *Telenomus* spp. termasuk dalam ordo Hymenoptera, famili Scelionidae adalah serangga kecil berwarna hitam yang panjangnya lebih kurang 1 mm (Gambar 22) (Polaszek dan Kimani, 1990). Inang *Telenomus* spp. kebanyakan adalah ordo Lepidoptera dan Hemiptera, namun ada juga yang muncul dari telur serangga ordo Diptera dan Neuroptera (Johnson, 1984). Di Indonesia *Telenomus rowani* Gahan dan *Telenomus dignus* Gahan sangat berperan menekan populasi penggerek batang padi (Kalshoven, 1981).

Gabriel *et al.* (1986) dan Thamrin *et al.* (1999) melaporkan bahwa di lahan rawa pasang surut, parasitoid yang teridentifikasi adalah *T. rowani* sebagai parasitoid telur penggerek batang padi putih dan *T. triptus* Nixon sebagai parasitoid telur kepinding tanah (*Scotinophora* sp.).

Parasitasi satu ekor betina terhadap penggerek batang padi berkisar 30-50 telur. Perkembangan spesies ini di dalam telur 8-14 hari. Pada saat menetas, parasitoid jantan muncul lebih awal, kemudian disusul parasitoid betina. Reproduksi parasitoid betina ini secara parthenogenesis, dan menghasilkan parasitoid jantan 3%-10%, selebihnya betina. Rentang hidup parasitoid betina $\pm$ 20 hari. Pada saat penggerek batang padi mengeluarkan telurnya maka parasitoid betina segera meletakkan telurnya. Setiap satu kelompok telur penggerek batang terdapat rata-rata 200 telur dengan parasitasi 50%-75% (Kalshoven, 1981).

Di Sumatera Barat, parasitoid yang memiliki kelimpahan individu paling tinggi adalah *T. rowani*, sedangkan *T. remus* yang paling rendah. *T. rowani* dan *T. dignus* sering muncul dari telur penggerek batang padi secara bersama-sama. Kedua spesies ini mampu menyebar lebih luas dan beradaptasi dengan baik pada ekosistem pertanian, sedangkan *T. dignoides* tingkat penyebaran dan adaptasinya rendah (Susiawan dan Yuliarti, 2006). Di Sulawesi Selatan, terdapat tiga spesies parasitoid telur penggerek batang kuning yaitu *T. japonicum* Ashm., *T. rowani* Gah., dan *Tetrastichus schoenobi* Ferr. Namun tidak semua jenis parasitoid ditemukan dalam satu kelompok.

Di Provinsi Jambi terdapat tiga spesies parasitoid telur penggerek batang padi kuning yaitu *T. rowani*, *T. japonicum* dan *T. schoenobii*. Parasitoid *T. rowani* dan *T. japonicum* ditemukan pada pertanaman padi tipologi rawa pasang surut, rawa lebak, tadah hujan, irigasi teknis dataran rendah dan irigasi teknis dataran tinggi, sedangkan *T. schoenobii* ditemukan pada daerah rawa pasang surut, rawa lebak dan irigasi teknis dataran rendah. Keanekaragaman spesies parasitoid telur penggerek batang padi kuning paling tinggi ditemukan pada tipologi rawa pasang surut (Wilyus *et al.*, 2012). Di lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah, parasitoid yang berasal dari famili Eulophidae yang teridentifikasi adalah *T. schoenobii* sebagai parasitoid telur penggerek batang padi putih (Gabriel *et al.*, 1986; Thamrin *et al.*, 1999). Parasitoid dewasa berwarna metalik (biru kehijauan), ukurannya dua kali lebih besar dari *T. rowani*. Satu ekor betina dapat menghasilkan 10-60 turunan.

Tetrastichus schoenobii (Gambar 23) adalah parasitoid telur penggerek batang padi. Parasitoid betina meletakkan satu telur di setiap telur penggerek

batang, dan ini bisa menghasilkan 10 sampai 60 keturunan. Masa telur berkisar 1-2 hari. Larva parasitoid berkembang di dalam inang telur selama 1-2 hari. Setelah mengkonsumsi telur inangnya, larva parasitoid bergerak keluar dari telur dan menempatkan induk telur lain untuk pengembangannya. Beberapa laporan menunjukkan bahwa *T. schoenobii* dan *Telenomus* spp. adalah parasitoid telur yang paling penting dari penggerek batang kuning padi dengan parasitasi dapat mencapai lebih dari 90%.

Cotesia cameron (Gambar 24) adalah genus terbesar kedua subfamili Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae) setelah *Apanteles foerster*. *Cotesia* betina memiliki panjang tubuh 2,5 mm, antena sebagian besar hitam, coklat kuning scape dengan apex hitam dan tegulae coklat. Bagian depan dan pertengahan kaki merah. Koksi berwarna coklat merah dengan sedikit kebiruan-hitam. Koksa berwarna hitam dengan puncak putih. Tibia belakang gelap, bagian atas dan belakang tarsi coklat gelap (Gupta dan Lokhande, 2013). Parasitoid ini ditemukan oleh Cameron pada abad ke 19. Serangga ini merupakan kelompok besar parasitoid utama yang jumlahnya kurang lebih 2.000 spesies di seluruh dunia, dan diantaranya telah digunakan sebagai agen biokontrol untuk mengendalikan hama serangga (Mason, 1981). Sebagian besar parasitoid ini hidup berkelompok tetapi bersifat soliter. Inang utamanya adalah serangga dari famili Noctuidae, Geometridae dan Saturniidae.



Gambar 22. *Telenomus rowani*

Sumber: myrealact.blogspot.com



Gambar 23. *Tetrastichus schoenobii*

Sumber: nbaii.res.in



Gambar 24. *Cotesia* sp.

Sumber: pbase.com

Ischnojoppa luteator (F) termasuk dalam ordo Hymenoptera, famili Ichneumonidae. Warna tubuh kuning-oranye (cerah), antena berwarna coklat gelap sampai hitam dengan segmen agak pucat pada betina dan coklat kemerahan pada jantan. Kaki kekuningan kecuali femoral belakang dan tibia berwarna hitam. Tarsi belakang dengan basitarsus berwarna coklat gelap, yang lainnya kurang lebih berwarna coklat tua. Segmen apikal hitam dan segmen ujung keputihan. Kepala hampir berbentuk kubus dengan

mata relatif kecil, antena melebar dengan segmen melintang dan segmen berikutnya meruncing ke ujung pada betina, sedangkan pada jantan juga meruncing bertahap ke bagian ujung (Gambar 25). Inang parasitoid ini adalah larva penggerek batang padi putih.

Xanthopimpla punctata F. termasuk dalam ordo Hymenoptera dan famili Ichneumonidae. Spesies ini banyak terdapat di daerah tropis Asia. Imago berwarna cerah, bervariasi, kuning dengan bintik hitam dan garis-garis (Gambar 26) (Kalsoven, 1981). Inang parasitoid ini adalah larva dan pupa penggerek batang padi (Willis *et al.*, 1986). Sedangkan Kalsoven (1981) mengemukakan bahwa sebagian besar inang utamanya adalah larva dan pupa dari ordo Lepidoptera. Serangga ini juga sebagai parasitoid dari ordo Coleoptera dan Hymenoptera, serta bersifat hiperparasit.

Goryphus spp. (Gambar 27) adalah parasitoid polyphagous yang inangnya ordo Lepidoptera terutama pada stadium lanjut seperti kepompong. Parasitoid ini juga dapat menyerang kepompong laba-laba. Ditemukan di berbagai daerah, termasuk Jawa dan Madura. *Fislistina* (= *Goryphus*) *infera* (Szépl.) adalah salah satu parasitoid yang paling umum dari ngengat kelapa *Artona* yang hidup secara ektoparasit pada kepompong. Penetrates betina menembus kepompong dengan ovipositornya dan meletakkan telur di samping atau di dalam kepompong. Larva mengkonsumsi isi pupa dalam 4-5 hari mengakibatkan kepompong berwarna putih transparan. Perkembangannya berkisar 13-18 hari. Serangga ini dapat bertahan hidup selama kurang lebih 10 minggu dengan mengisap cairan madu.



Gambar 25. *Ischnojoppa luteator*

Sumber: CSIRO



Gambar 26. *Xanthopimpla punctata*

Sumber: agripests.cn



Gambar 27. *Goryphus* sp.

Sumber: flickr.com

Trichogramma chilonis Ishii merupakan serangga parasitoid telur yang tergolong ordo Hymenoptera dan famili Trichogrammatidae (Borror *et al.*,

1992 Dalam Putri, 2015). Serangga ini berukuran kecil dengan panjang tubuh $\pm 0,5$ mm, memiliki antena berukuran pendek berbentuk silinder yang terdiri dari 3–8 ruas, termasuk satu ruas cincin. Antena jantan lebih panjang dibandingkan antena betina. Sayap berumbai, rumbai terpanjang terdapat pada tepi sayap. Parasitoid telur ini menemukan inangnya dengan menggunakan indra penciuman. Pada umumnya inang yang dicari akan mengeluarkan bau yang dapat memancing parasitoid betina untuk mendatangi inang tersebut. Setelah menemukan telur inangnya, maka telur tersebut akan diperiksa dengan menggunakan ovipositor atau antenanya untuk menentukan apakah telur inang yang akan dipilih adalah telur inang yang segar, sehat dan tidak terparasit oleh parasitoid lain (Murray, 2003 Dalam Romli, 2006). Menurut Putri (2015), setelah menemukan telur inang yang cocok, maka *T. chilonis* akan memasukkan telurnya ke dalam telur inang yang kemudian berkembang menjadi larva dan mengambil nutrisi yang berada di dalam telur inang sehingga telur inang tersebut mati. Setelah tiga hari, telur inang berwarna hitam yang menandakan bahwa telur tersebut telah terparasit.

Apanteles spp. adalah parasitoid yang sangat penting peranannya dalam menekan populasi hama serangga dan penyebarannya cukup luas. Panjangnya 1,5-3,0 mm, memiliki ovipositor pendek dan tidak mencolok (Gambar 28). *Apanteles* spp. adalah parasitoid internal dari larva Lepidoptera dan perkembangannya hanya diselesaikan dalam satu inang. Perkembangan larva ditutupi oleh kepompong, berwarna putih atau kuning, berbentuk silinder atau berbentuk elips, panjangnya 3-4 mm. Kepompong terbentuk agak jauh dari inang, jumlahnya dapat mencapai 60 dalam satu inang. Sebagian besar dari serangga ini cukup selektif dalam pemilihan inang, tetapi ada juga yang polyphagous (Kalshoven, 1981).

Parasitoid betina yang baru muncul dari pupa langsung berkolonisasi. Parasitoid ini meletakkan telurnya pada larva yang baru menetas. Sebelum meletakkan telur, serangga ini berputar mengelilingi inangnya sambil mengetuk antenanya pada tubuh inang, kemudian ujung abdomennya disentuh pada tubuh inangnya untuk memasukkan ovipositornya. Banyaknya telur yang diletakkan dan yang terdapat di dalam ovarium berkisar 55-86 butir (Tarwotjo, 2015).



Gambar 28. *Apanteles* sp.

Sumber: biologigonz.blogspot.com

Predator

Capung salah satu predator yang paling banyak jenis dan populasinya di lahan pasang surut, diantaranya *Agriocnemis pygmaea*, *Agriocnemis femina femina*, *Ischnura segegalensis* dan *Orthetrum sabina sabina*, namun data predator ini belum banyak diketahui. Capung adalah serangga yang sangat efektif memangsa hama serangga baik hama padi ataupun hama komoditas lain (Thamrin, 2014). Populasi dari ordo lainnya seperti Orthoptera, Diptera dan Hemynoptera tergolong rendah. Spesies yang selalu muncul dari keempat ordo tersebut adalah *Conosephalus longipennes*, *Anatrichus pygmaeus*, *Poecilotrappera taeniata*, *Limnogomus* sp. Ordo Coleoptera seperti *Ophionea nigrofasciata*, *Paederus fuscipes* dan *Hapalochrus rufofasciatus*, *Cyrtorhinus lividipennis* dan *Microvellia* sp. termasuk predator dengan populasi yang cukup tinggi di lahan pasang surut namun munculnya pada saat tertentu (Gabriel *et al.* 1986). Nimfa hidup di air dan bisa memanjat batang padi untuk mencari mangsa. Capung dewasa dapat terbang di bawah kanopi padi untuk mencari mangsa (Shepard *et al.* 1987).

Capung kecil atau lebih populer disebut capung jarum seperti *A. pygmaea* dan *A. femina femina* memiliki sayap sempit dan lemah dibandingkan jenis capung lainnya. Capung *A. pygmaea* memiliki warna tubuh kuning-hijau dan hitam dengan perut ramping yang panjang. Capung jantan lebih berwarna dari betina, pada bagian ujung perut berwarna oranye (Gambar 29). Capung *A. femina femina* jantan pada bagian ujung perut dan sisi dada memiliki warna biru-hijau sedangkan betina memiliki badan kehijauan (Gambar 30).



Gambar 29. *Agriocnemis pygmaea*

sumber: www.wasiadragonfly



Gambar 30. *Agriocnemis femina femina*

sumber: pisum.bionet.nsc.ru

Ophionea nigrofasciata (Gambar 31) adalah kumbang tanah yang bertubuh kuat dan sangat aktif. Warna larva hitam mengkilap sedangkan serangga dewasa berwarna coklat kemerahan aktif mencari kanopi padi untuk mencari mangsa. Serangga ini biasanya ditemukan di dalam lipatan daun hama putih palsu, tetapi masa pupa berlangsung di dalam tanah. Setiap predator dapat mengkonsumsi 3-5 larva per hari (Shepard *et al.* 1987).

Paederus fuscipes (Gambar 32) adalah kumbang yang bentuknya ramping dengan warna perut kemerahan, runcing dan elytra berwarna biru. Populasinya banyak di pertanaman padi dan jagung. Serangga dewasa biasanya memangsa imago dan telur penggerek batang padi, tetapi mangsa utamanya adalah serangga dari famili cicadeliidae. Serangga ini terkadang masuk rumah penduduk dalam jumlah besar dan dapat menyerang kulit manusia sehingga menyebabkan iritasi (Kalshoven, 1981).

Cyrtorhinus lividipennis (Gambar 33) adalah contoh spesies yang termasuk dalam kelompok pemakan tumbuhan yang kemudian menjadi predator. Serangga ini banyak dijumpai pada keadaan populasi mangsa tinggi, aktif memburu mangsa malam hari dan gerakannya seperti wereng coklat. Mempunyai mulut mengisap, biasanya banyak dijumpai di pertanaman padi dan beberapa gulma. Serangga ini memangsa telur wereng dan nimfa muda. Serangga dewasa berwarna hijau dan bagian kepala hitam, bertelur pada jaringan tanaman, berkembang menjadi dewasa berkisar 2-3 minggu. Kemampuan mengkonsumsi telur 7-10 butir. Sedangkan *Microvelia* sp atau biasa disebut kepik permukaan air, hidupnya bergerombol di permukaan air dan sangat aktif menyerang serangga hama yang jatuh dipermukaan air. Jenis mangsanya selain wereng coklat adalah wereng hijau, wereng punggung putih dan larva penggerek batang yang baru menetas (Shepard *et al.* 1987).



Gambar 31.
Ophionea
nigrofasciata
(IRRI)



Gambar 32. *Paederus fuscipes*
(Google)

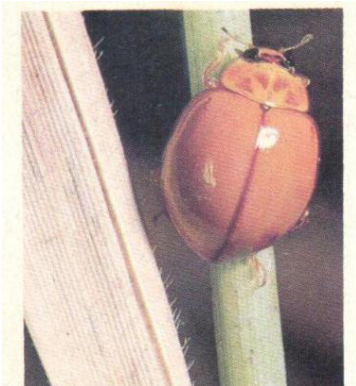


Gambar 33. *Cyrtorhinus*
lividipennis (IRRI)

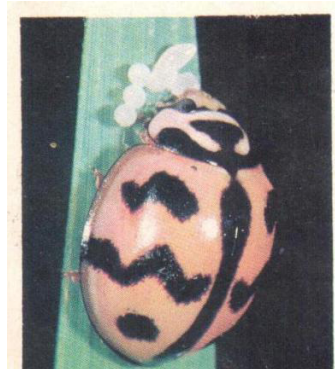
Harmonia octomaculata (Gambar 34) adalah serangga predator wereng dan kutu daun. Serangga ini disebut juga kumbang. Serangga dewasa berwarna oranye-kemerahan dan memiliki empat pita melintang hitam di bagian elitra dan panjangnya 6-8 mm. Panjang larva mencapai 8 mm, berwarna hitam kecoklatan dengan pita melintang kekuning-kuningan di perut, dan dengan empat baris seta. Selain di pertanaman padi, serangga ini juga ditemukan di pertanaman kacang-kacangan. Serangga dewasa tertarik pada bunga dan cahaya. Hasil penelitian di laboratorium, diketahui lama perkembangbiakannya sekitar 4 minggu, dan betina bertelur sekitar 1000 butir dalam 40-50 hari (Kalshoven, 1981).

Menochilus sexmaculatus (Gambar 35) adalah serangga predator yang memiliki panjang tubuh 5-6 mm, berwarna orange kemerahan dan berbintik hitam atau biasa disebut kumbang. Gerakannya lambat menangkap mangsa. Kumbang dewasa cepat jatuh dari tanaman atau terbang saat diganggu. Perkembangannya membutuhkan waktu 1-2 minggu dari telur dewasa dan mampu menghasilkan 150-200 keturunan dalam 6-10 minggu. Larva kumbang betina lebih rakus dari pada yang dewasa karena mampu mengkonsumsi 5-10 mangsa (telur, nimfa, larva, dewasa) setiap hari (Shepard *et al.* 1987). Populasinya banyak di pertanaman jagung sebagai pemangsa kutu daun (Kalshoven, 1981).

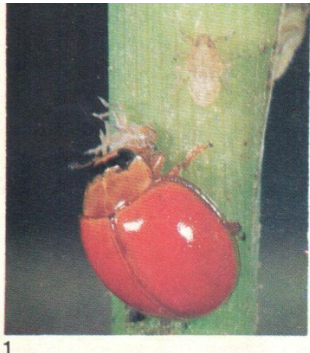
Kumbang *Micraspis* sp. berbentuk oval, berwarna merah cerah (Gambar 36). Kumbang betina aktif pada siang hari di bagian atas kanopi padi baik di lahan kering atau lahan basah. Kumbang dewasa atau larva *Micraspis crocea* di pertanaman padi biasanya memangsa wereng, larva kecil dan telur serangga. Kumbang dewasa berwarna kuning dengan bintik hitam di belakang kepala (Gambar 37).



Gambar 34. *Menochilus sexmaculatus*
(IRRI)



Gambar 35. *Harmonia octomaculata*
(IRRI)



Gambar 36. *Micraspis* sp.



Gambar 37. *Micraspis crocea*

Penutup

Pengetahuan tentang serangga yang berasosiasi dengan tanaman sangat penting tidak terkecuali pada tanaman padi, kedelai maupun jagung karena serangga yang berperan sebagai hama dapat menurunkan produksi bahkan gagal panen, sedangkan serangga yang berperan sebagai musuh alami dapat menurunkan populasi serangga hama.

Musuh alami sebagai salah satu komponen pengendalian hama terpadu yang ramah lingkungan, sehingga pemanfaatannya harus dilakukan lebih awal. Sedangkan pengendalian dengan menggunakan insektisida kimia (sintetik) merupakan tindakan yang terakhir apabila semua komponen pengendalian lainnya tidak efektif lagi.

Daftar Pustaka

- Alzubaidi, F.S., and J.L. Capinera. 1983. Application of different nitrogen levels to the host plant and cannibalistic behavior of beet army worm *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera:Noctuidea). *Environ. Entomologi*. 12:1687-1689.
- Baco, D., dan J. Tandiabang. 1998. Hama utama jagung dan pengendaliannya. Hlm. 185-204. *Dalam* Subandi, M. Syam dan A. Widjono (Eds.). Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Baehaki, S. E. 1990. Berbagai faktor penyebab ledakan penggerek batang padi *Scirpophaga innotata* (Walker) pada pertanaman padi di Jalur Pantura. Pros. Sem. Pengelolaan Serangga Hama dan Tungau dengan Sumber Hayati. 14 hlm.
- Baehaki, S. E. 2009. Data statistik tangkapan hama pada lampu perangkap (*light trap*) tahun 2008. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 12 hlm.
- Baehaki, S. E. 2010. Data statistik tangkapan hama pada lampu perangkap (*light trap*) tahun 2009. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 12 hlm.
- Baehaki, S. E. 2011. Inovasi Pengendalian Hama Wereng. Sinar Tani, Edisi 20-26 Juli 2011 No.3415 Tahun XLI.
- Baehaki, S. E. 2013. Hama penggerek batang padi dan teknologi pengendalian. *Iptek Tanaman Pangan* 8(1):1-14
- Baehaki, S.E., dan M. Iman. 1991. Status hama wereng coklat pada tanaman padi dan pengendaliannya. Hlm 681-712. *Dalam* Soenarjo, E., D.S. Damardjati dan M. Syam (Eds.). Padi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Baliadi, Y., W. Tengkan, dan Marwoto. 2008. Penggerek polong kedelai, *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae), dan strategi pengendaliannya di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 27(4):133-123.
- Balitpa. 1992. Siklus hidup dan perilaku penggerek batang padi putih *Scirpophaga innotata* W. Laporan Tahunan 1991/1992. Balai Penelitian Tanaman Padi. Hlm. 30-33.
- Bandong, J. P. and J. A. Litsinger. 2005. Rice crop stage susceptibility to the rice yellow stemborer, *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). *Inter. Jour. Pest Manag.* 51(1):37-43.
- Borror, D. J. and D. M. De Long. 1998. An Introduction to the Study of Insect. Sounders College Publishing.
- BPTPH Sumsel. 2014. Laporan Tahunan 2014. Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Sumatera Selatan.
- CABI. 2001. Crop Protectin Compendium. Wallingford: CAB (Commonwealth Agricultural Bureaux). Disajikan dalam compact disc.
- Djuharso, T., Supratoyo, A. Sulthoni, dan M. Iman. 1985. Preferensi walang sangit *Leptocorisa oratotius* Fabricius pada rumput dan teki serta serangannya pada padi. *Jurnal Penelitian Pertanian*. 5(1):19-30

- Gabriel, B. P. 1971. Insect pest of field corn in the Philippines. Tech. Bull. No. 26. Departmen of Agricultural Communication in Cooperation with Depart. Entomol. College, Laguna. 17 p.
- Gabriel, B.P., M. Willis and S. Asikin. 1986. Parasites and predators of insect pests of rice in swamplands of South and Central Kalimantan. Banjarbaru Research Institute for Food Crops. 21 p.
- Greathead, D.J. 1968. A study in East Africa of the bean flies (Diptera, Agromyzidae). Effecting *Phaseolus vulgaris* and their natural enemies, with the description of the new species of *Melanagomyza*. *Kend. Bull. Entomol. Res.* 52:541-61.
- Gupta, A., and S. A. Lokhande. 2013. A new host record and a new combination in *Cotesia* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) from India. *Journal of Threatened Taxa*. 5(2): 3678–3681.
- Hibino, H. 1987. Rice Tungro Virus Disease: Current Research and Prospects. Proc. of the Workshop on Rice Tungro Virus. Ministry of Agriculture. AARD-Maros Research Institute for Food Crops. pp. 2-6.
- Iqbal, A., A. Sudjana, dan R. Setiyono. 1988. Mekanisme Ketahanan Varietas Jagung Terhadap Serangan Belatung *Atherigona* sp. Risalah Seminar Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Hlm. 186-189.
- Johnson, N. F. 1984. Systematics of nearctic *Telenomus*: Clasification and revision of the podisi and phymatae group. *Bull of the Ohio Biological and Survey* 6(3):1-113
- Jovillano, M. A D. A. 1983. Biological aspects of *Etiella zinckenella* Treitschke (Lepidoptera: Pyralidae) in West Java. BIOTROP, SEAMEO Regional Center for Tropical Biology. 47p.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. (Revised by P.A. Van der Laan). P.T. Ichisar Baru–Van Hoeve. Jakarta. 701 p.
- Kamandalu, A., I. M. Samudra, B. H. Priyanto dan W. Tengkanu. 1995. Identifikasi faktor biofisik tanaman inang yang menarik imago *Etiella zinckenella* dan *Helicoverpa armigera* untuk hinggap dan bertelur. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. 16 hlm.
- Kemtan. 2013. Pusat data dan sistem informasi pertanian. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 356 hlm.
- Mawan, A., dan H. Amalia. 2011. Statistika Demografi *Riptortus linearis* F. (Hemiptera: Alydidae) pada Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *J. Entomol. Indon.* 8(1):8-16.
- Marwoto dan Suharsono. 2008. Startegi dan komponen teknologi pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada tanaman kedelai. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 27 (4):131-136.
- Mason, W.R.M. 1981. The polyphyletic nature of *Apanteles* Förster (Hymenoptera: Braconidae): a phylogeny and reclassification of Microgastrinae. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 115:1–147.
- Mochida, O. 1977. Taxonomy and biology of *Nilaparvata lugens* (Hom., Delphacidae). In: Brown Planthopper Symposium. IRRI. 76p.

- Nadarajan, L. and R.R. Nair. 1983. Screening for leaffolder resistance. *IRRN*. 8(3):5
- Naito, A., Hartono, A. Iqbal and I. Hattori. 1983. Podborer *Etiella hobsoni* (Butler) of soybean in Indonesia. Seminar, Central Research Institute for Food Crops. 15p.
- Okada, T., W. Tengkan, and T. Djuwarso. 1988. An outline on soybean pests in Indonesia in faunistic aspects. Seminar Dec. 6, 1988. BORIF, Bogor. 37 p.
- Pathak, M. D., and Z. R. Khan. 1994. Insect pests of rice. International Rice Research Institute- International Centre of Insect Physiology and Ecology. 89p.
- Polaszek, A., and S. W. Kimani. 1990. *Telenomus* species (Hymenoptera: Scelionidae) in Africa: a review and guide to identification. *Bull of Entomol Res* 80:57-71.
- Putri, V. Y. 2015. Parasitasi *Trichogramma chilonis* Ishii Berkopulasi dan Tidak Berkopulasi serta Pengaruhnya terhadap Nisbah Kelamin *Corcyra cephalonica*. Thesis Program Pascasarjana Magister Agronomi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. 42 hlm.
- Reissig, W.H., E.A. Heinrich, J.A. Litsinger, K. Moody, T.W. Mew, L. Fiedler and A.T. Barrion. 1985. Illustrated Guide to Integrated Pest Management In Rice In Tropical Asia. International Rice Research Institute. 411p.
- Romli, D. S. 2006. Deteksi Dini Jenis Kelamin *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Menggunakan Warna, Ukuran dan Bentuk Telur *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) di Laboratorium. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. 27 hlm.
- Ruhendi, A. Iqbal dan D. Sukarna. 1985. Hama Jagung di Indonesia. Risalah Rapat Teknis Puslitbangtan. Bogor, 28-29 Maret 1985. 15 hlm.
- Shepard, B.M., A.T. Barion and J.A. Litsinger. 1987. Helpful Insects, Spider and Pathogens. International Rice Research Institute. 127p.
- Speight, M. R., M. D. Hunter, and A. D Watt. 1999. Ecology of Insects, Concepts and Applications. Blackwell Science, Ltd. pp. 169-179.
- Sosromarsono, S. 1990. Bioekologi dan strategi pengendalian terpadu penggerek padi putih. Institut Pertanian Bogor. 34 hlm.
- Suharto, H. dan D. S. Damardjati. 1988. Pengaruh waktu serangan walang sangit terhadap hasil dan mutu hasil IR-36. *Reflektor*. 1(2):25-28.
- Suharto, H., and N. Usyati. 2005. The stem borer infestation on rice cultivars at three planting time. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 6(2):39-45.
- Suharto, H. dan I.P. Noch. 1987. Effect of transplanting date on leaffolder (LF) *Cnaphalocrosis medinalis* and rice bug (RB) *Leptocorisa oratorius* infestation at Kuningan West Java. *IRRN*. 12(5):27
- Suharto, H. dan S. S. Siwi. 1991. Walang sangit, kepinding tanah, hama putih, hama pelipat daun, ulat grayak, dan lalat hidrela. Hlm 737-750.

- Dalam Soenarjo, E., D.S. Damardjati dan M. Syam (Eds.). Padi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Suharjan, M. dan W. Tengkan. 1983. Pengendalian Hama Kedelai. Makalah disampaikan pada Kongres Entomologi II. Jakarta, 24-26 Januari 1983. 17 hlm.
- Susiawan, E. dan N. Yuliarti. 2006. Distribusi dan kelimpahan parasitoid telur, *Telenomus* spp. di Sumatera Barat: status dan potensinya sebagai agens pengendali hayati. *J. Entomol. Indon.* 3(2):104-113
- Taufik, A., Marwoto, F. Rozi, dan I. M. J. Mejaya. 2011. Peningkatan Produksi Kedelai di Lahan Pasang Surut (Penerapan PTT Kedelai di Lahan Pasang Surut Tipe C Jambi). Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Puslitbangtan, Badan Litbang Pertanian. 43 hlm.
- Tarwotjo, U. 2015. Beberapa aspek biologi parasitoid *Apantheles sp* pada inangnya, *Spodopera litura*, Fab. setelah perlakuan ekstrak daun dan ranting *Aglaia odorata* (Lour). *BIOMA* 17(2):68-73.
- Tengkan, W. dan Sutarno. 1978. Hubungan antara serangan *Agromyza phaseoli* Coq. dengan stadia umur tanaman kedelai Orba. Laporan Kemajuan Penelitian Seri Hama dan Penyakit, *LP3 Bogor*. 10:73-85.
- Tengkan, W. 1979. Biologi dan pengaruh tiga macam umur polong kedelai terhadap produksi telur *Riptortus linearis* F. Makalah disampaikan pada Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia di Jakarta pada tanggal 9-11 Januari 1979.
- Tengkan, W. dan M. Suharjan. 1985. Jenis hama utama pada berbagai fase pertumbuhan tanaman kedelai. 295-318. Dalam Somaatmadja, S., M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung dan Yuswadi. Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman pangan.
- Tengkan, W., B. Soegiarto, D. Koswanudin, M. Imam, dan A.M. Tahir. 1995. Identifikasi tanaman inang yang menarik bagi imago *Etiella zinckenella* Tr. Dan *E. nabsoni* Hbn. untuk meletakkan telur. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. 24 hlm.
- Tengkan, W. 1999. Pengaruh letak telur *Etiella zinckenella* Treitschke pada tanaman kedelai terhadap kelangsungan hidup larva dan tingkat serangannya. Hlm 529-340. Dalam Prasadja, I., M. Arifin, I. M. Trisnawa, I. W. Laba, E. A. Wikardi, D. Soetopo, Wiratno, dan E. Karnawati (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama Ramah Lingkungan dan Ekonomi. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor.
- Thamrin, M., M. Willis dan S. Asikin. 1999. Parasitoid dan Predator Penggerek Batang Padi di Lahan Rawa Pasang Surut Kalimantan Selatan. Hlm 175-181. Dalam Prasadja, I., M. Arifin, I.W. Trisnawa, I.W. Laba, E.A. Wikardi, D. Soetopo dan E. Karnawati (Eds.). Peranan Entomologi dalam Pengendalian Hama yang Ramah Lingkungan dan Ekonomis. Perhimpunan Entomologi Indonesia.

- Thamrin, M., dan S. Asikin. 2004. Dominasi spesies penggerek batang padi di beberapa agroekosistem sawah. Hlm. 407-412. *Dalam* Arifin, M., E. Karmawati, I.W. Laba, I.W. Winasa, Pudjianto, Dadang, T. Santoso, U. Kusumawati, D. Koswanudin dan Mulyawan (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Entomologi dalam Perubahan Lingkungan Sosial. Perhimpunan Entomologi Indonesia.
- Thamrin, M., dan S. Asikin. 2005. Strategi pengendalian hama penggerek batang padi tanpa insektisida sintetik di lahan pasang surut. Hlm. 251-261. *Dalam* Ar-Riza, I., U. Kurnia, I. Noor dan A. Jumberi (Eds.). Prosiding Seminar Nasional, Inovasi Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan Rawa dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Thamrin, M., S. Asikin, M. A. Susanti and M. Willis. 2013. Utilization of “purun tikus” (*Eleocharis dulcis*) to control the white stem borer in tidal swampland. pp. 265-274. *In* Husien, E., D. Nursyamsi, M. Noor, A. Fahmi, Irawan and I. G. P. Wigena (Eds.). International Workshop on Sustainable Management of Lowland for Rice Production. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development.
- Thamrin, M. 2013. Validasi model prediksi serangan hama dan penyakit utama padi di lahan rawa Kalimantan. Laporan Hasil Penelitian Tahun Anggaran 2012. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 80 hlm.
- Thamrin, M., dan M. Willis. 2014. Hama utama kedelai di lahan rawa pasang surut dan pengendaliannya. Hlm. 104-131. *Dalam* Anwar, K., M. Noor, M. Alwi, M. Thamrin dan H. Subagio (Eds.). Kedelai: Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Swasembada Pangan dan Bioindustri. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Thamrin, M. 2014. Eksplorasi dan konservasi serangga pada agroekosistem rawa. Hlm. 198-215. *Dalam* Mukhlis, M. Noor, M. Alwi, M. Thamrin, D. Nursyamsi dan Haryono (Eds.). Biodiversiti Rawa: Eksplorasi, Penelitian dan Pelestariannya. IAARD PRESS.
- Thamrin, M. 2015. Validasi model prediksi serangan hama penyakit utama padi di lahan rawa di Pulau Sumatera. Laporan Hasil Penelitian Tahun Anggaran 2014. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 44 hlm.
- Thamrin, M., I. Khairullah dan A. Fahmi. 2015. Fluktuasi serangan penggerek batang padi berdasarkan perubahan iklim di lahan rawa Kalimantan. Hlm. 45-54. *Dalam* Rejekiingrum, P., C. Tafakresna, E. Suryani, I. Khairullah, A. Wihardjaka, L. R. Widowati dan I. W. Suastika (Eds.). Prosiding Seminar Nasional, Sistem Informasi dan Pemetaan Sumberdaya Lahan Mendukung Swasembada Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Turnipseed, S.G. 1973. Insect. *In* B.E. Caldwell (Ed). Soybean: Improvement, Production and Uses, *American Soc, Agro. USA*. 16:545-72.
- Varley, G. C., G. R. Gradwell and M. P. Hassell. 1973. Insect Population

- Ecology (an analytical approach). University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- Walker, H. G. 1962. Preliminary list of insects and mites recorded on paddy rice. Mimeograph. Food Agr. Organ. U. N. 63p.
- Widiarta, I. N., A. Yustiono dan D. Kusdianan. 2009. Pengendalian Penyakit Tungro dengan Sambilata: Antifidan Nabati Wereng Hijau Vektor Virus Tungro. Balai Besar Penelitian Padi.
- Willis, M., B. P. Gabriel, S. Asikin, M. Thamrin, Mukhlis dan A. Budiman. 1986. Reference insect and spider collection for swampy agroecosystem of Indonesia. Banjarbaru Research Institute for Food Crops. 48p.
- Willis, M., M. Thamrin dan S. Asikin. 2003. Evaluasi Status Hama Utama Tanaman Palawija di Lahan Rawa Pasang Surut. Laporan Hasil Penelitian Tahun 2002. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 16 hlm
- Wilyus., F. Nurdiansyah, S. Herlinda, C. Irsan dan Y. Pujiastuti. 2012. Potensi parasitoid telur penggerek batang padi kuning *Scirpophaga incertulas* Walker pada beberapa tipologi lahan di Provinsi Jambi. *J. HPT Tropika* 12(1):56-63.

KERAGAAN KERBAU RAWA (*Bubalis bubalus*) DI KALIMANTAN SELATAN

Ahmad Subhan, Eni Siti Rohaeni dan Suryana
Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan
Jalan Panglima Batur Barat No. 4 Banjarbaru (70711), Kalsel
Ahmadsubhan1970@gmail.com

Ringkasan

Kerbau rawa (*Bubalus bubalis*), atau kerbau kalang/hadangan (bahasa banjar) adalah kelompok ternak ruminansia yang merupakan salah satu sumber plasma nutfah daerah Kalimantan Selatan. Pemeliharaan ternak ini sebagian besar masih dilakukan secara tradisional/turun temurun. Di Kalimantan Selatan kerbau rawa banyak dipelihara di Kabupaten Hulu Sungai Selatan (Daha Utara), Hulu Sungai Tengah (Kecamatan Labuan Amas Utara, Hulu Sungai Utara (Kecamatan Danau Panggang dan Paminggir), Barito Kuala (Kecamatan Kuripan), Tanah Laut (Kecamatan Bati-Bati dan Pelaihari) dan Banjar (Kecamatan Karang Intan dan Simpang Empat). Kerbau rawa memiliki bentuk tubuh persegi panjang (agak persegi), warna bulu krem atau coklat kelabu kehitaman, semakin tua warna bulu semakin kelam, kepala besar, muka segitiga panjang dan cembung, mata bulat dan berwarna coklat kehitaman dengan bagian pinggir ditumbuhi bulu, tanduk berbentuk agak pipih pada pangkalnya serta bulat dan runcing pada ujungnya, tumbuh mengarah ke samping kemudian lurus ke belakang mengarah ke atas, kaki depan lurus sampai lutut sedang kaki belakang agak miring ke belakang dengan warna putih menyerupai kaos kaki dari lutut sampai teracak, teracak melebar keluar, perut besar menunjukkan kemampuan kerbau dalam mengkonsumsi pakan lebih banyak, ambing terletak di belakang (dekat kaki belakang) dan simetris. Kerbau jantan pertama kali kawin berumur 1-1,5 tahun dan betina berumur 2,5-3,5 tahun. Berat badan kerbau dewasa berkisar antara 337-512 kg, lingkardada berkisar 157-206 cm, panjang badan 94-132,5 cm, dan tinggi badan 113-126 cm. Persentase karkas kerbau rawa di Kalimantan Selatan adalah berkisar 43,03-50,26%, jumlah populasinya sekitar 26.582 ekor. Kerbau mempunyai peranan penting dalam kehidupan sosial ekonomi petani, yakni sebagai tabungan hidup, menunjang status social, sumber tenaga kerja, dan penghasil daging.

Pendahuluan

Kerbau rawa merupakan salah satu kelompok ternak ruminansia yang berkembang di Provinsi Kalimantan Selatan yang patut untuk dijaga kelestarian dan produktivitasnya. Menurut (Saderi *et al.*, 2004), budidaya ternak kerbau

rawa banyak dilakukan di daerah rawa yang relatif terpencil dari daerah lain yang dilakukan secara tradisional dengan cara digembalakan di rawa-rawa secara berkelompok, ternak ini berkembangbiak secara alami. Hal ini dikarenakan kerbau mempunyai keistimewaan bila dibandingkan dengan sapi yakni mampu hidup dikawasan yang relatif sulit dengan pakan yang tersedia berkualitas rendah (Diwyanto dan Handiwirawan, 2006; Herianti dan Pawarti, 2009). Jika keunggulan kerbau ini dimanfaatkan dengan baik dan dibarengi penerapan sistem pemeliharaan, perkawinan dan manajemen pakan yang baik, maka produktivitasnya akan optimal (Winarto, 2010). Selanjutnya menurut Indraningsih *et al.* (2006), kerbau adalah salah satu ternak penghasil daging yang potensial untuk mendukung program revitalisasi pertanian dan kecukupan daging. Menurut Kandeepan *et al.* (2009) dan Abdolghafour dan Saghir (2014) kerbau memiliki dressing percentage antara 43-44 % dengan komposisi daging 60-70%, lemak 5-10 % dan tulang 20-24%. Kerbau jantan yang memiliki bobot badan 500 kg dan betina 400 kg memiliki persentase karkas antara 143,3-250,26% (Hamdan *et al.*, 2010)

Populasi kerbau di Indonesia pada tahun 2016 berjumlah 1.386.280 ekor dan populasi kerbau di Kalimantan Selatan berjumlah sekitar 27.723 ekor (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2016) Populasi kerbau di Kalimantan Selatan tersebar hampir di semua kabupaten, terutama di enam wilayah Kabupaten yaitu (HSU, HST, HSS, Batola, Banjar dan Tanah Laut) dengan tingkat populasi yang berbeda. Populasi tertinggi berada di Kabupaten HSU 9.466 (35%) dari total populasi di Kalimantan Selatan, dengan kontribusi produksi daging sebesar 10,96%. Kendala dan permasalahan yang dihadapi dalam usaha beternak kerbau ini antara lain menurunnya produksi dan produktivitas akibat inbreeding yang terus menerus, berkurangnya lokasi padang penggembalaan akibat bergesernya tata guna lahan dari padang penggembalaan menjadi lahan perkebunan karet dan kelapa sawit serta berkurangnya hijauan pakan kerbau akibat serangan hama ulat dan keong mas (Rohaeni *et al.*, 2008). Alternatif pemecahan masalah antara lain 1) memasukkan pejantan unggul dan berkualitas dari luar daerah/provinsi, 2) membuat kesepakatan antara peternak dengan petani tentang batas-batas lokasi ternak dan pertanian yang diperkuat dengan Perda, dan 3) menumbuhkan gerakan gemar menanam hijauan di lokasi-lokasi tanah kosong sekitar sawah maupun kebun.

Populasi dan Sebaran Kerbau Rawa

Populasi kerbau rawa yang ada di Kalimantan Selatan berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan (2016) bila dibandingkan populasi pada tahun 2010 dengan populasi pada tahun 2015 terjadi penurunan sebesar 41%. Penurunan populasi antara lain disebabkan oleh rendahnya tingkat produktivitas, pemotongan yang tinggi, mortalitas anak yang tinggi, daya dukung lahan (pakan) yang terbatas dan kualitas pakan rendah serta faktor penyakit. Penyebab lain penurunan populasi karena mutu bibit, pakan dan tatalaksana (Rohaeniet *al.*, 2006)

Tabel 1. Populasi kerbau rawa per kabupaten/kota tahun 2010-2015 di Provinsi Kalsel

No.	Kabupaten/ Kota	Tahun					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015
1.	Tanah Laut (Tala)	5.994	3.338	4.007	2.785	3.265	3.280
2.	Kotabaru	16.789	3.854	3.963	3.939	4.450	4.894
3.	Banjar	1.450	3.955	4.333	3.058	3.225	3.231
4.	Barito Kuala	1.106	1.245	1.314	1.352	1.396	1.434
5.	Tapin	377	151	196	245	277	283
6.	Hulu Sungai Selatan	3.488	1.041	779	844	892	910
7.	Hulu Sungai Tengah	2.291	1.206	1.231	1.105	1.166	1.171
8.	Hulu Sungai Utara	8.686	7.313	8.404	8.777	8.934	9.466
9.	Tabalong	10	7	6	2	3	0
10.	Tanah Bumbu	4.812	1.599	1.614	1.557	1.665	1.741
11.	Balangan	18	18	13	9	5	9
12.	Kota Banjarmasin	81	104	101	79	29	156
13.	Kota Banjarbaru	7	12	12	12	7	7
Total		45,109	23,843	25,975	21,686	25,314	26,582

Sumber: Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan (2016)

Tabel 2. Perkembangan populasi kerbau rawa di Kabupaten HSU, HST, HSS, dan Batola Provinsi Kalimantan Selatan

No.	Kabupaten	2010	2015	Trend dalam 5 tahun terakhir
		ekor	ekor	%
1.	Hulu Sungai Utara (HSU)	8.686	9.466	8,97
2.	Hulu Sungai Selatan (HSS)	3.488	910	-73,91
3.	Hulu Sungai Tengah (HST)	2.291	1.171	-48,88
4.	Barito Kuala (Batola)	1.106	1.434	29,65

Sumber: Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan (2016)

Berdasarkan data perkembangan populasi kerbau rawa dalam rentang waktu enam tahun (2010- 2015) terjadi penurunan yang sangat tajam terutama di Kabupaten HST dan HSS. Hal ini disebabkan oleh produktivitas yang rendah akibat sumber pakan yang terbatas, beberapa lokasi pemeliharaan kerbau beralih fungsi menjadi perkebunan kelapa sawit. Penurunan populasi kerbau bukan hanya terjadi pada enam tahun terakhir tetapi sudah terjadi pada tahun-tahun sebelumnya seperti yang dilaporkan Rohaeni *et al.* (2006) bahwa berdasarkan hasil survei populasi kerbau rawa di beberapa kabupaten (HSS, Tala dan Tapin) mengalami penurunan (dalam waktu 5 tahun, 2000-2005) sebesar 8,58% per tahun, namun untuk kabupaten lain (HSU, Batola dan Banjar) populasinya meningkat walau relatif kecil. Penurunan populasi kerbau di Tapin karena beberapa hal yaitu 1) beralihnya fungsi lahan dari padang penggembalaan menjadi lahan perkebunan (karet), sehingga peternak kesulitan untuk menggembalakan ternaknya dan akhirnya terpaksa mereka jual habis atau dikurangi skala pemeliharaannya, dan 2) adanya perubahan pemeliharaan dari ternak kerbau menjadi sapi.

Lokasi penyebaran kerbau rawa berdasarkan hasil pengkajian yang dilakukan oleh BPTP Kalimantan Selatan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sebaran kerbau rawa di empat kabupaten lokasi pengkajian BPTP Kalimantan Selatan

No.	Kabupaten	Kecamatan	Desa
1	Hulu Sungai Utara	Danau Panggang	1. Bararawa
			2. Sapala
		Paminggir	3. Pal batu
			4. Ambahai
			5. Tampakang
			6. Paminggir
			7. Paminggir seberang
2	Hulu Sungai Tengah	Labuan Amas Utara	1. Sungai buluh
			2. Mantaas
			3. Rantau bujur
3	Hulu Sungai Selatan	Daha Utara	1. Teluk haur
			2. Hamayung
			3. Pandak daun
			4. Paharangan
		Daha Selatan	1. Bajayau Baru
			2. Bajayau Lama
4	Barito kuala	Kuripan	1. Tabatan
			2. Tabatan baru

Sumber: Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan (2016)

Karakteristik Kerbau Rawa

Karakteristik morfologi

Kerbau digolongkan pada Kelas Mammalia, *Ordo Ungulata*, Sub ordo *Paradigitata* atau *Artiodactyla*; golongan *Selenodonta* atau *Ruminantia*, Famili Bovidae, Anak-suku Bovidae, genus *Bos*, sub genera Bubalina. Sub general terbagi atas empat macam yaitu *Bubalus bubalis* (kerbau India/Indonesia), *B mindorensis Tamarraw* (kerbau Filipina), *B depressicornis* (Anoa) dan *B*

caffer (kerbau Afrika Selatan). Kelompok kerbau itu merupakan transisi antilop dan bovin, tetapi di dalam kelompok itu sendiri dapat dijumpai berbagai bentuk dan menunjukkan adanya transisi, sebagian besar penulis menyebutkan dengan marga khusus (*Bubalus*). Jadi kerbau rawa yang ada di Kalimantan Selatan atau yang dikenal kerbau kalang termasuk dalam sub genera *Bubalus bubalis* atau kerbau India.

Kerbau adalah ternak asli daerah panas dan lembab, sifatnya sangat menyukai air. Sisa-sisa fosil menunjukkan bahwa kerbau telah ada sejak jaman dahulu kala. Jumlah kromosom diploid kerbau ($2n$) sebanyak 48 dan 40 diantaranya berbentuk batang dan delapan lainnya berbentuk V. Penggolongan ternak pada umumnya menggunakan dasar : rambut tubuh, ukuran telinga, bentuk tengkorak, bentuk dasar tanduk dan bentuk dasar dahi atau *forehead* (Murti, 2002).

Jenis kerbau dikenal ada dua macam yaitu kerbau rawa atau kerbau lumpur (*Swamp type*) dan kerbau sungai (*river type*). Kerbau lumpur Asia Tenggara banyak ditemui di Vietnam, Laos, Kamboja, Thailand, Malaysia dan Indonesia. Kerbau lumpur dapat dibedakan dengan kerbau sungai dari dari tingkah laku dan penampilannya. Kerbau lumpur hidup di daerah tanah berlumpur atau berawa-rawa, sedang kerbau sungai hidup di lembah-lembah bersungai. Menurut Murti (2002), tipe kerbau rawa memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Secara morfologis khas dan mirip dengan kerbau rawa liar Arni (*bubalus arnee*)
- Kehidupan utamanya dekat dengan lumpur atau rawa
- Utamanya digunakan sebagai penghasil daging dan kerbau kerja
- Susunan tulang kerbau menyerupai tulang sapi jantan, kecuali tulang punggung dan tengkorak kepala kerbau dalam banyak hal mirip dengan tengkorak kepala domba. Dilihat dari samping, daerah hidung kerbau menyerupai sapi jantan. Tulang belakang kerbau mirip dengan sapi jantan dan mempunyai 13 pasang tulang rusuk yang luas. Tulang belikat atau scapula atau tulang lembusir kerbau mempunyai kekhususan yakni bagian depan berbentuk cembung sementara bagian belakang cekung seperti pada tulang belikat kuda.
- Sistem peredaran darah dan pernafasan kerbau mirip dengan sapi jantan, kecuali bentuk hati, limpa dan paru-paru. Hati kerbau relatif lebih kecil daripada hati sapi jantan. Limpa atau spleen kerbau hampir

sama dengan sapi, tetapi berbentuk segi empat dari satu sisi ke sisi yang lain. Paru-paru kerbau lebih kecil daripada paru-paru sapi dan berbentuk lebih bundar, khususnya pada kerbau sungai

- Anatomi umum dan histologi saluran pencernaan kerbau mirip dengan sapi, tetapi terdapat sedikit perbedaan. Gerakan rumen kerbau lebih lambat daripada sapi sehingga mempengaruhi pencernaan pakan, dengan demikian, pada pakan yang berkualitas buruk kerbau mampu memanfaatkannya lebih baik daripada sapi, karena selain efisiensi dalam biokomia rumen, jumlah jasad renik dan pencernaan juga tidak terlepas dari gerakan rumen yang lebih lambat
- Kesukaan kerbau berkubang berhubungan dengan jumlah kelenjar keringat kerbau yang sedikit yaitu sekitar $1/6$ jumlah kelenjar sapi pada satuan luas kulit badan yang sama. Karena jumlah kelenjar keringat sangat sedikit, hal ini menyebabkan kerbau memerlukan pengeluaran panas melalui cara konduksi yaitu berkubang dalam air.

Karakteristik kerbau rawa hasil dari pengkajian BPTP Kalimantan Selatan di Kabupaten HSU, HST, HSS, Batola, Banjar, Tapin dan Tala, menunjukkan bahwa jenis yang sama yaitu kerbau lumpur atau kerbau rawa. Secara umum ciri-ciri yang diperlihatkan kerbau tersebut relatif sama. Perbedaan ditunjukkan oleh agroekosistem/tipe lahan menyebabkan cara pemeliharaan kerbau juga berbeda. Kerbau yang ada di Kabupaten Banjar dan Tanah Laut ada yang dipelihara di daerah rawa lebak dan di daerah lahan kering, sedangkan kerbau yang dipelihara di Kabupaten Tapin sekarang hanya berkembang di lahan kering dan kerbau yang dipelihara di Kabupaten HSU, HST, HSS, Batola hanya berkembang di lahan rawa lebak. Berdasarkan tempat pemeliharaan yang berbeda antara rawa lebak dan lahan kering menimbulkan perbedaan yaitu kerbau yang dipelihara di rawa lebak sangat pandai berenang (hasil adaptasi), dan kerbau yang dipelihara di lahan kering meskipun bisa berenang, tapi intensitas berenangnya kurang/hanya untuk berkubang. Perbedaan lain yang ditunjukkan yaitu dari bentuk teracak kerbau, pada ternak yang dipelihara di rawa lebak teracaknya lebih lebar/besar, sedang kerbau yang dipelihara di lahan kering lebih sempit namun kuat dan kokoh.

Karakteristik kerbau rawa di Kalimantan Selatan yang diidentifikasi seperti yang dilaporkan Hamdan *et al* (2006) ditampilkan pada Tabel. 4 di bawah ini.

Tabel 4. Karakteristik kerbau rawa di Kalimantan Selatan

No.	Bagian Tubuh	Hasil Karakteristik
1.	Bentuk tubuh	Persegi panjang
2.	Warna bulu	Untuk kerbau yang berumur di bawah 2,5 tahun warna bulu krem atau coklat muda Untuk kerbau yang umurnya di atas 2,5 tahun warna bulunya lebih coklat kelabu kehitaman, semakin tua maka warna semakin kelam
3.	Panjang bulu	Yang masih muda lebih panjang dibanding yang tua (4-5 cm)
4.	Kepala	Besar dan tampak agresif
	Muka	Segitiga panjang dan cembung
5.	Dahi	Lebar dan ditumbuhi bulu yang lebat & rapi sehingga kelihatan seperti disisir.
6.	Daun telinga	Ada yang runcing & tumpul bagian ujungnya, warna kecoklatan dan merah , yang berwarna merah sangat galak Jumlah 2 buah Bentuk telinga : Ke samping mengarah keatas (Identifikasi kepemilikan ternak dilakukan pada telinga kerbau, ada pada lampiran)
7.	Mulut	Lebar dan tumpul
8.	Leher	Pendek, besar, di bagian pangkal leher bagian bawah dengan badan ada garis seperti kalung yang berwarna putih
9.	Mata	Berbentuk bulat dan berwarna coklat kehitaman dengan bagian pinggir ditumbuhi bulu Bagian hitam berwarna hitam dan bagian luar berwarna coklat Ada bulu mata tapi jarang dan panjang Alis ada tapi beragam ada yang tebal dan tipis Sorot mata sayu
10.	Tanduk	Berbentuk agak pipih pada pangkalnya serta bulat dan runcing pada ujungnya, tumbuh mengarah kesamping kemudian lurus kebelakang. Berjumlah 2 buah Ada terdapat 4 macam bentuk tanduk : ❖ Ke samping, naik ke atas ❖ Ke samping, naik ke atas dan melengkung ❖ Ke samping, melengkung ke belakang ❖ Ke samping, yang 1 naik ke atas dan 1 turun ke bawah (tdk semetris) Panjang tanduk tergantung umur, pada umumnya semakin tua maka makin panjang tanduknya
11.	Kaki	Depan lurus sampai lotot sedang belakang agak miring kebelakang denghan warna putih dari lotot sampai teracak.
12.	Teracak	Melebar keluar dan bagian atas (seperti jempol) bagian depan lebih panjang & besar dari bag. belakang.

13.	Pangkal ekor	Seperti cembung dan dalam keadaan buntuing tua berubah menjadi sangat cekung.
14.	Punggung	Ditumbuhi bulu yang lebat dan tumbuhnya mengarah ke depan. Ada 3 kriteria : Gemuk : lurus Sedang : lurus tapi ada melengkung di bagian depan Kurus : lurus tapi di bagian belakang dan depan melengkung
15.	Mastikasi/ memamah biak	Gerakannya mengarah kekiri sebanyak 5 – 7 kali kemudian kekanan 1 kali demikian seterusnya, lama mastikasi anak 41x /39 detik, induk 40 x /47 detik dan jantan 57 x/ 53 detik. Secara spesifik : ♂ 8 bl 33x/36 detk ♀ umur 1 th 25x/26,5 detik ♀ umur 3 th 40x/45,33 detik ♂ umur 1,5 th 60x/59detik ♀ umur 5 th 37x/50 detik ♀ umur 8 th 33x/ 51,33 detik
16.	Dada	Berwarna putih kemerahan (merah muda)
17.	Perut	Besar, menunjukkan kemampuan kerbau dalam mengkonsumsi pakan lebih banyak. Warnanya sama dengan bagian punggung yang coklat mengarah ke arah kelabu kehitaman
18.	Ambing	Berjumlah empat Tidak terlalu besar Warna putih kemerahmudaan Letak di belakang (dekat kaki belakang) dan simetris Puting susu relatif panjang
19.	Teracak	Lebar dan besar, warna kehitaman

Sumber: Hamdan *et al.* (2006)

Keragaan kerbau rawa berdasarkan umur dan jenis kelamin dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Keragaan kerbau berdasarkan umur dan jenis kelamin di Kalimantan Selatan

No.	Umur	Seks	Ukuran
1.	Bakalan < 2,5 tahun	Betina	Panjang Badan (PB) ; 106 cm Lingkar Dada (LD) ; 158 cm Tinggi Badan (TB) ; 113 cm Panjang tanduk 26 cm Tinggi kaki 57 cm Tinggi lutu depan 31 cm Tinggi lutut belakang 36 cm

		Panjang ekor 56 cm
		Lebar dahi 18 cm
2.	Dewasa > 3 tahun	Betina
		PB ; 140 cm
		LD ; 166 cm
		TB ; 118
		Panjang tanduk 31 cm
		Tinggi kaki 74 cm
		Tinggi lutut depan 33 cm
		Tinggi lutut belakang 39 cm
3.	Bobot lahir	Jantan-Betina
4.	1 tahun	Jantan-Betina
5.	2 tahun	Jantan-Betina
6.	3 tahun	Jantan-Betina
7.	> 4 tahun	Jantan-Betina
8.	2 - 4 tahun	Betina
9.	3 - 4 tahun	Jantan
		25-30 kg
		100 – 150 kg
		200-300 kg
		250-400 kg
		300-500 kg
		Karkas 48-51 %
		Karkas 43-50 %

Sumber: Hamdan *et al.* (2006)

Tabel 5 menunjukkan bahwa kerbau rawa mempunyai berat lahir dan berat badan yang lebih besar dari ternak sapi, hal ini dapat diartikan bahwa ternak kerbau mempunyai potensi yang cukup baik sebagai ternak potong penyedia daging yang saat ini dirasa masih kurang untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Kontribusi daging sapi dalam memasok kebutuhan daging nasional sekitar 23% dan sekitar 2,5% diantaranya berasal dari daging kerbau. Hal ini berarti bahwa sekitar 10% dari total produksi daging sapi berasal dari daging kerbau (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2016).

Karakteristik reproduksi

Petani pada umumnya mengenal tanda-tanda birahi berdasarkan tingkah laku kerbau seperti kerbau betina selalu diikuti oleh beberapa pejantan kemanapun dia berjalan dan diam apabila dinaiki oleh jantan. Cara perkawinan kerbau rawa terjadi secara alami, kecuali di sentra pembibitan kerbau (Kabupaten HST) sudah mulai dilakukan perkawinan secara IB (Inseminasi Buatan). Biasanya umur pertama kali kawin kerbau jantan saat berumur 1-1,5 tahun dan kerbau betina berumur 2,5-3,5 tahun, sehingga

umur induk beranak pertama umur sekitar 3,5-4,5 tahun. Induk betina akan kawin lagi menurut pengamatan peternak setelah beranak ± 1 bulan, sehingga jarak beranak nya $\pm 1,2-1,5$ tahun. Jumlah perkawinan dalam satu hari/ekor kerbau tidak teramati, sebab tergantung jumlah pejantan yang ada dan keinginan kerbau jantan dan betinanya. Pengamatan ini tidak berbeda dari laporan Sariubang *et al.* (2003) yang melaporkan bahwa 34% responden menyatakan umur dewasa kelamin kerbau berkisar antara 1,5-2,0 tahun. Lebih lanjut dinyatakan oleh 49% peternak bahwa kerbau lumpur di Tana Toraja mempunyai anak pertama pada umur sekitar 4–5 tahun. Lebih lanjut Murti (2002) menyatakan bahwa kerbau dara umumnya mengalami estrus (*oestrus*) pertama kali pada kisaran umur 2-2,5 tahun. Menurut pengamatan peternak, induk betina akan kawin lagi setelah beranak sekitar 1 bulan, sehingga jarak beranaknya 1,2-1,5 tahun. Adapun tanda/ciri kerbau betina birahi menurut peternak adalah; suka bermanja-manja/ menanduk-nanduk, selalu diikuti pejantan kemanapun betina pergi, suka menaiki lawan jenis, diam kalau dinaiki dan keluar cairan bening pada vulva.

Beberapa sifat biologis kerbau rawa yang ada di Kalimantan Selatan disajikan pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Beberapa informasi sifat biologis kerbau rawa di Kalimantan Selatan

No.	Uraian	Banjar	Tala	Tapin	HST	HSS	HSU	Batola
1.	Umur pertama beranak (tahun)	3,5	4	4	3,5	3,5	4	3,5
2.	Lama kebuntingan (harir)	330	325	332	330	330	330	330
2.	Jarak beranak (bulan)	13-24	12-18	12-18	13-24	13-24	12-20	12-18
3.	Umur mulai kawin jantan (tahun)	2-2,5	2-3	2	2	2,5	2,5	3
4.	Umur mulai kawin betina (tahun)	2-2,5	2-3	3	2,5	3	2	2

Sumber: Rohaeni *et al.* (2008)

Menurut Diwyanto dan Handiwirawan (2006) bahwa umur beranak pertama kerbau berkisar 3,5- 4 tahun, lama kebuntingan 11-12 bulan dan jarak beranak 20-24 bulan. Ternak kerbau memiliki keunggulan, yaitu: sifat yang progressif, dapat tumbuh berkelanjutan tanpa menimbulkan efek negatif terhadap kualitas lingkungan, sifat artikulatif yaitu memiliki

keterkaitan antar subsektor bahkan antar wilayah, memiliki *multiplier impact* yang tinggi, sifat komplementer sebagai ternak kerja sekaligus penghasil daging dan tersebar luas (*disperse*) (Ditjennak, 2006).

Manajemen Pemeliharaan Kerbau

Sistem pemeliharaan ternak kerbau yang dilakukan di Kalimantan Selatan menunjukkan perbedaan bila dilihat dari agroekosistemnya (Rohaeni *et al.*, 2005 dan Rohaeni *et al.*, 2006). Di lahan rawa pada umumnya dilakukan sistem pemeliharaan ternak yang hampir serupa seperti halnya di Kabupaten HST, HSS, HSU, dan Batola, sistem pemeliharaan akan berbeda bila dilakukan di lahan kering seperti Kabupaten Banjar, Tanah Laut dan Tapin.

Pemeliharaan

Pemeliharaan kerbau rawa sangat dipengaruhi oleh musim. Gambaran kondisi pemeliharaan kerbau rawa pada musim kemarau dan hujan adalah sebagai berikut.

Pemeliharaan kerbau rawa saat musim hujan. Kalang digunakan untuk beristirahat sejak sore hingga pagi hari. Kerbau diturunkan dari kalang untuk mencarimakan sejak pagi hari yaitu dimulai sekitar jam 7-9 pagi hari dan dinaikkan ke atas kalang pada sore hari yaitu dimulai dari jam 4-6 sore hari, kecuali anak kerbau yang berumur di bawah 5 bulan (belum bisa berenang) tetap berada di atas kalang.

Pada saat tertentu (2-4 minggu) untuk membiasakan ternak terhadap kondisi yang baru peternak menggembala kerbau sepanjang hari, karena peternak harus mengarahkan kerbau dalam mencari makan dan menjaga keselamatan kerbau dari kelelahan berenang. Pada saat ini ketersediaan pakan sulit karena rumput tenggelam dan mati (ketinggian air mencapai 2 meter). Upaya yang dilakukan peternak adalah dengan menggembalakan kerbau di daerah dimana hijauan mudah didapat dan kerbau dapat berpijak ke tanah, kecuali di Kabupaten Batola ketinggian air kurang dari 2 meter sehingga kerbau masih bisa berpijak ke tanah. Lama ternak kerbau berenang mencari makan berkisar 2-3 jam kemudian kerbau diistirahatkan ke atas kalang atau di tempat yang lebih tinggi (kerbau dapat berpijak di tanah) selama ± 3 jam dan digembalakan kembali hingga sore hari.

Terhadap kerbau betina ± 1 minggu sebelum melahirkan dipisah dari kelompoknya dan dipelihara di sekitar kalang, menjelang 3 hari sebelum melahirkan kerbau betina dinaikkan ke atas kalang dan dibuatkan kandang pembatas dari kelompok lainnya sampai kerbau melahirkan dan kuat kembali untuk berenang mencari makan. Pada saat ini sebagian peternak menyediakan hijauan untuk induk yang baru melahirkan dan menyusui di atas kalang (± 1 bulan) dan sebagian lagi membiarkan induk mencari makan sendiri di sekitar kalang.

Anak kerbau (gudel) selama berada di atas kalang hanya mengkonsumsi air susu dari induknya untuk mencukupi kebutuhan hidupnya dan baru mulai belajar memakan rumput setelah berumur ± 1 bulan.

Pada dasarnya gudel dapat berenang setelah berumur ± 1 minggu, akan tetapi sebagian besar peternak baru akan melepas gudel bergabung dengan kelompoknya setelah berumur ± 1 bulan, karena pada saat ini kondisi gudel dianggap kuat untuk berenang dan mulai belajar makan.



Gambar 1. Pemeliharaan kerbau pada waktu musim hujan

Pemeliharaan kerbau rawa pada saat musim kemarau. Pada saat musim kemarau kalang tidak digunakan lagi. Aktivitas kerbau sepenuhnya dilakukan di padangan, peranan peternak sangat sedikit sebatas mengontrol keberadaan, kesehatan, kelahiran dan kematian serta menjaga hubungan antara peternak dan kerbau agar tetap dekat jangan sampai menjadi liar (tetap jinak). Upaya yang dilakukan peternak adalah dengan membuat kandang untuk tempat istirahat kerbau di malam hari. Kandang ini lebih diperuntukkan kepada ternak kerbau yang berstatus sebagai kepala jalan (tetua) agar ternak kerbau yang lain tidak berkeliaran terlalu jauh.

Pemeliharaan kerbau di musim kemarau lebih mudah dan curahan waktu pemeliharaan juga lebih pendek dibandingkan pada saat air dalam

(musim hujan), peternak hanya sewaktu-waktu mengontrol keberadaan ternaknya (2 kali seminggu).

Terhadap kerbau bunting, melahirkan dan menyusui hampir tidak ada campur tangan peternak. Kerbau melahirkan dan menyusui anaknya di padang penggembalaan. Peternak hanya mengawasi dan baru melakukan bantuan apabila terjadi kesulitan dalam proses melahirkan.



Gambar 2. Pemeliharaan kerbau pada waktu musim kemarau

Pakan

Daya dukung lahan dari suatu wilayah terhadap peternakan dapat diukur dari kemampuan wilayah dalam menyediakan pakan yang berasal dari hijauan pakan yang dapat dimanfaatkan oleh ternak. Jenis hijauan pakan ternak yang terdapat pada padang penggembalaan didominasi rumput alam seperti rumput (kumpai) jariwit, pepedasan, galunggung, kangkung, hiring-hiring, sumpilang, kumpai batu, kumpai miyang, kumpai juluk dan lain-lain. Hasil penelitian Faturrahman (1988); Rohaeni *et al.* (2006) menunjukkan, di padang penggembalaan kerbau rawa Kecamatan Danau Panggang, Kabupaten HSU, serta di HSS, HST, dan Batola ditemukan 24 jenis vegetasi, baik yang bermanfaat untuk pakan maupun sebagai gulma (Tabel 2). Rohaeni *et al.* (2005) melaporkan, terdapat delapan jenis tumbuhan yang terdapat di lahan rawa Danau Panggang, yaitu kumpai minyak (*Hymenocallis amplexicaulis* Haes.), kumpai batu (*Paspalum* sp.), (Tabel 6).

Tabel 6. Beberapa jenis rumput yang umum dimakan kerbau

No.	Speies	Nama Lokal	Suku
1.	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	Kumpai Jariwit	Poaceae
2.	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Sumpilang	Poaceae
3.	<i>Hymenachne interrupta</i> Buese	Kumpai miyang	Poaceae
4.	<i>Hymenachne Amplexicaulis</i> Nees	Kumpai jolok bini	Poaceae
5.	<i>Ischaemum barbatum</i> Retz.	Kumpai batu	Poaceae
6.	<i>Paspalum scrobiculatum</i> L. Var <i>bisppicatum</i> Haek	Kumpai jolok laki	Poaceae
7.	<i>Panicum repens</i> L.	Gura-gura/lempuyang	Poaceae
8.	<i>Leersia hexandra</i> Swartz	Banta	Poaceae
9.	<i>Sacharum spontaneum</i>	Parupuk	Poaceae
10.	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Jajagungan	Poaceae
11.	<i>Polygonum hydropiper</i> L	Pepedasan	Polygonaceae
12.	<i>Salvinia cucullata</i> Roxb	Galunggung/kayapu	Salvinaceae
13.	<i>Ipomea aquatica</i> Forsk	Kangkung rawa	Convolvulaceae
14.	<i>Cyperus platystylis</i> R. Br	Hiring-hiring	Cyperaceae
15.	<i>Cyperus digitatus</i> Roxb	Tetuding	Cyperaceae
16.	<i>Scelria pterota</i> Presl.	Bundong	Cyperaceae
17.	<i>Nymphaea pubescens</i> Will	Tanding	Nymphaeaceae
18.	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Ilung/eceng gondok	Pontederiaceae
19.	<i>Alternanthera sessilis</i> R. BR	Kesisap	Amarantaceae
20.	<i>Merremia</i> sp.	Bilaran	Convolvulaceae

Sumber: Faturrahman (1988); Rohaeni *et al.* (2005).

Perkandangan

Kerbau rawa dipelihara dikandang atau yang lebih dikenal dengan kalang. Kalang terbuat dari tumpukan batang-batang kayu, kerbau dipelihara seadanya, di malam hari sering tidak dikandangkan, bernaung di bawah pohon, dipinggir hutan atau di lapangan terbuka (Zulbardi, 2002).

Di daerah yang padang rumputnya masih cukup luas, kerbau masih bisa dipelihara secara ekstensif (dibiarkan berkeliaran di padang rumput mencari pakan sendiri tanpa diberi fasilitas kandang). Kerbau-kerbau tersebut dikandangkan hanya pada musim membajak sawah. Ada juga yang memelihara secara semi intensif, dilepas disiang hari dan dikandangkan di malam hari. Namun bagi daerah yang lahan untuk ternak sudah sangat terbatas, fungsi kandang sangat penting untuk memudahkan pemeliharaan tanpa mengganggu kepentingan manusia. Kerbau membutuhkan kandang yang sangat sederhana dibanding dengan kandang sapi.

Penyakit

Penyakit yang sering menyerang kerbau rawa antara lain disebabkan oleh parasit (trypanosomiasis atau surra dan fascioliasis) dan bakteri (penyakit ngorok atau SE dan klostridiosis) (Suhardono 2004; Suryana 2006). Penyakit ini menyebabkan kematian sejumlah besar kerbau rawa pada tahun 1989-1999. Penyakit lainnya disebabkan oleh kausa viral, seperti *MalignantCatharall Fever* (Muharsini *et al.*, 2006) dan *black disease* (Priadi dan Natalia, 2006 ;Natalia *et al.*, 2006)

Wawancara dengan peternak pada umumnya penyakit kerbau yang sering terjadi yaitu mencret, cacingan, dan penyakit akibat bakteri serta parasit darah. Pada saat kegiatan berlangsung terdapat sampel anak kerbau yang mati, setelah dianalisis di Balai penyedikan penyakit dan veteriner (BPPV) Banjarbaru diperoleh hasil adanya perubahan patologi yang kemungkinan akibat infeksi bakterial. Bakteri yang ditemukan pada sampel itu yaitu *Klebsiella sp* dan *Micrococcus sp.*, dan terjadi pembengkakan pada hati (*sub acut vascular hepatitis*) dan paru (*sub acut severe oedema pulmonus*). Berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil wawancara dengan peternak bahwa kejadian penyakit pada umumnya pada peralihan musim.

Hasil penelitian yang dilaporkan oleh BBPV dan Sub Balitvet Banjarbaru (1991) diketahui bahwa jenis parasit darah yang ditemukan pada kerbau antara lain (*Tripanosoma evansi*, *Babesia bigemina*, *Theileria orientalis*, *Anaplasma marginale* dan *microfilaria*), parasit saluran pencernaan dan hati (ditemukan jenis cacing *Paramphistomum sp.*, dan *Fasciola sp.*), penyakit ektoparasit (lalat, nyamuk, caplak dan kutu), dan ditemukan bakteri *E. Coli*. Menurut Suhardono dan Kosasih, (2000); Suhardono *et al.* (2000) bahwa infeksi cacing hati (*Fasciola gigantica*) terjadi pada bulan April dan Mei sehingga cacing menjadi dewasa dan mulai memproduksi telur pada awal musim penghujan. Penelitian lain yang dilaporkan oleh Putu *et al.* (1994) ditemukan adanya kuman *Pastreullella multocida* yang dikenal sebagai penyebab penyakit ngorok (SE).

Berdasarkan data yang diperoleh (2005) khususnya Desa Sapala (HSU) dilaporkan adanya ternak sakit sebesar 8,53%, sedangkan kematian ternak sebanyak 14,25% atau setara dengan 259 ekor dari populasi awal. Tingkat kematian tertinggi terjadi pada anak kerbau (gudel) yaitu 47,39%, bakalan (22,27) dan dewasa (30, 34%).

Peran Sosial Ekonomi Ternak Kerbau Di Kalsel

Berdasarkan beberapa sifat produktivitas ternak kerbau, ternak ini mempunyai potensi yang cukup baik untuk terus dikembangkan agar kebutuhan konsumen akan daging dapat terpenuhi. Beberapa potensi dan peranan ternak kerbau di Kalimantan Selatan dan daerah lainnya yaitu:

- Sebagai penghasil protein hewani (daging): kesanggupan ternak kerbau sebagai penghasil daging cukup tinggi, yaitu dengan karkas 50,26% (Rohaeni *et al.*, 2005), dimana seekor kerbau dewasa mempunyai bobot badan 500-600 kg, memberikan kontribusi produksi daging 13,9% dari daging sapi. Menurut Andreas (2010), kerbau selain berperan sebagai penghasil daging juga sebagai penghasil susu dan tenaga kerja mengolah lahan usahatani
- Memiliki fungsi sosial yang tinggi: kondisi alam yang berawa-rawa merupakan salah satu potensi untuk pengembangan usaha ternak kerbau sebagai agrowisata yang unik dan menarik. Usaha ini sudah dimulai oleh Pemerintah Kabupaten HSU berupa kegiatan pacuan kerbau, terutama dalam rangka memperingati hari kemerdekaan RI. Namun kegiatan ini mengalami hambatan terutama disebabkan minimnya dana pembinaan baik sarana dan prasarana sehingga tidak dapat dilaksanakan setiap tahun. Selain itu karena mungkin kurang promosi dan jaraknya jauh terpencil sehingga penontonnya atau wisatawan dari luar daerah masih sedikit.
- Sebagai tenaga kerja (Kecamatan Jorong, Tanah Laut dan Kecamatan Aranio, Banjar): Seekor kerbau dewasa dengan bobot badan rata-rata 450 kg dengan kuku yang lebar dan besar mampu menarik beban di tanah yang berlumpur
- Sebagai penghasil pupuk (walaupun sampai saat ini di Kalimantan Selatan hal ini belum dimanfaatkan):
- Di Sumatra Barat, Rumah adat dan perkantoran pemerintah mempunyai bentuk atap yang melengkung yang melambangkan bentuk tanduk kerbau. Diduga kata “minangkabau” berasal dari “menang kerbau” (Hardjosubroto, 2004).
- Kerbau Belang pada masyarakat Tana Toraja mempunyai nilai ritus yang tinggi dan sangat dibanggakan. Selain sebagai hewan untuk memenuhi kebutuhan sosial, ritual maupun kepercayaan tradisional, kerbau juga menjadi alat takaran status sosial, dan alat transaksi. (Hasinah, 2009)

Penutup

Kerbau rawa merupakan ternak yang sudah lama di pelihara oleh masyarakat secara turun temurun. Agar usaha ini dapat memberikan keuntungan yang optimal bagi pemiliknya maka perlu diperhatikan beberapa hal yang menyangkut manajemen pemeliharaan ternak kerbau , antara lain: bibit, pakan, kandang dan peralatannya, tata laksana pemeliharaan serta kesehatannya. Pemeliharaan secara tradisional sudah mulai dilakukan perubahan kearah yang lebih modern karena potensi lahan untuk menggembalakan sudah mulai berkurang akibat adanya alih fungsi lahan menjadi lahan perkebunan sawit, juga adanya program kecukupan daging bagi masyarakat.

Secara umum kerbau berkembang dan dibudidayakan di lahan rawa dengan cara digembalakan sepanjang hari untuk mencari makan. Berat badan kerbau dewasa berkisar antara 337–512 kg dan ukuran tubuh, lingkardada berkisar 157–206 cm, panjang badan 94–132,5 cm, dan tinggi badan 113–126 cm. Persentase berat karkas kerbau rawa berkisar 43,03–50,26%. Umur pertama kali kawin kerbau jantan adalah 1,0–1,5 tahun dan betina berumur 2,5–3,5 tahun, sehingga umur induk beranak pertama kali adalah sekitar 3,5–4,5 tahun. Induk betina akan kawin lagi setelah beranak $\pm$ 1 bulan, sehingga jarak beranak sekitar 1,2–1,5 tahun.

Daftar Pustaka

- Abdolghafour, B and A. Saghir.2014. Buffalo: a potential animal for quality meat production-a review. *Livestock Research International* 2(1):19-29.
- Andreas, E. 2010. Telaah Kualitas Daging Serta Identifikasi Keragaman Gen GH dan GHR Pada Kerbau (*Bubalus bubalis*). Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dinas Peternakan Propinsi Kalimantan Selatan. 2016. Laporan Tahunan. Banjarbaru.
- Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2016. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan
- Diwyanto, K. dan E. Handiwirawan, .2006. Strategi Pengembangan Ternak Kerbau: Aspek Penjarangan dan Distribusi. Hlm. 3-12. Prosiding Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau Mendukung Program Kecukupan Daging Sapi. Sumbawa, 4-5 Agustus 2006.
- Faturahman. 1988. Analisis Vegetasi dan Produktifitas Rumput Rawa di Kecamatan Danau Panggang Kabupaten Hulu Sungai Utara,

Kalimantan Selatan. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.

- Hamdan, A., E.S. Rohaeni, dan A. Subhan. 2006. Karakteristik sistem pemeliharaan kerbau rawa di Kalimantan Selatan. hlm.170–177. *Prosiding Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau Mendukung Program Kecukupan Daging Sapi*. Sumbawa, 4–5 Agustus 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan bekerja sama dengan Direktorat.
- Hamdan, A, E.S. Rohaeni, dan A. Subhan. 2010. Hlm. 57-64. Karakteristik Kerbau Kalang (Rawa) sebagai Plasma Nutfah Di Kalimantan Selatan. Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau, BPTP Kalimantan Selatan.
- Hardjosubroto, W. 2004. Prospek Sosial Ekonomi Peternakan Kerbau di Indonesia, Suatu Tinjauan dari Segi Genetik. Makalah disampaikan pada Seminar dan Lokakarya Nasional Peningkatan Populasi dan Produktivitas Ternak Kerbau di Indonesia, Banjarmasin, 7-8 Desember 2004. 11 hlm
- Hasinah, H. 2009. Potensi pengembangan ternak kerbau sebagai sumberdaya genetik lokal dalam konteks sosial budaya masyarakat. Hln.170 -177. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau*.
- Herianti.I dan M. D. M. Pawarti. 2009. Penampilan reproduksi dan produksi kerbau pada kondisi peternakan rakyat di Pringsurat Kabupaten Temanggung. Hlm.119-127. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau*.
- Indraningsih, R. Widiastuti dan Y. Sani. 2006. Upaya pengembangan peternakan kerbau dalam menunjang kecukupan daging. *Prosiding Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau mendukung Program Kecukupan Daging Sapi*. Sumbawa 4-5 Agustus 2006. P. 110-124.
- Kadeepan, G., S. Biswas, dan R.S. Rajkumar. 2009. Buffalo As a potential food animal. *Journal f Livestock Production* 1(1):1-5.
- Muharsini, S., L. Natalia, Suhardono, dan Darminto. 2006. Inovasi teknologi dalam pengendalian penyakit kerbau. Hlm. 41-48. *Prosiding Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau Mendukung Program Kecukupan Daging Sapi*. Sumbawa, 4-5 Agustus 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan bekerja sama dengan Direktorat Perbibitan, Direktorat Jenderal Peternakan, Dinas Peternakan Provinsi Nusa Tenggara Barat, dan Pemerintah Kabupaten Sumbawa.
- Murti, T.W. 2002. Ilmu Ternak Kerbau. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Natalia.L, Suhardono dan A. Priadi. 2006. Kerbau rawa di Kalimantan Selatan : permasalahan penyakit dan usaha pengendalian. *Wartazoa* 16(4):206-215
- Putu, I. G., M..Sabrani, M. Winugroho, T. Chaniago, Santoso, Tarmudji, A. A. Supriyadi dan P. Oktapiana. 1994. Peningkatan Produksi dan Reproduksi Kerbau Kalang pada Agroekosistem Rawa di Kalimantan. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Ternak Bogor Bekerjasama

- dengan Proyek Pembangunan Penelitian Pertanian Nasional. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. hlm. 54.
- Priadi, A. dan L. Natalia. 2006. Bakteri penyebab diare pada sapi dan kerbau di Indonesia. Hlm. 38-44. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. "Cakrawala Baru Iptek Menunjang Revitalisasi Peternakan". Buku I. Bogor, 5-6 September 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Rohaeni, E.S., Arief Darmawan, A. Hamdan, R. Qomariah dan A. Subhan. 2005. Inventarisasi dan Karakterisasi Ternak Kerbau di Kalimantan Selatan. Laporan Hasil Penelitian. BPTP Kalimantan Selatan.
- Rohaeni, E.S., A. Subhan dan A. Hamdan. 2006.. kontribusi pendapatan dari pemeliharaan ternak kerbau (studi kasus di Desa Banua Raya, Kecamatan Bati-Bati, Tanah Laut). makalah disampaikan pada Seminar Nasional Balai Penelitian Lahan Rawa Kalimantan Sselatan. Banjarbaru 28 - 29 juli 2006.
- Rohaeni, E. S., E. Handiwirawan, dan M. Najib. 2008. Kerbau rawa, alternatif ternak potong mendukung program swasembada daging di Kalimantan Selatan. Hlm.. 76-83. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau.
- Saderi, D. I., E. S. Rohaeni, A. Darmawan, A. Subhan dan A. Rafieq. 2004. Profil Pemeliharaan Kerbau Rawa di Kalimantan Selatan. (Studi Kasus di Desa Bararawa dan Desa Tampakang, Kecamatan Danau Panggang, Kabupaten Hulu Sungai Utara). Laporan. BPTP Kalsel.
- Sariubang, M. D. Pasambe dan A. Ella. 2003. Kajian Reproduksi dan Produksi Kerbau Lumpur di Kabupaten Tana Toraja Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Hlm: 60-63.
- Suhardono, S.E . Estuningsih, S . Widjanti, I. Natalia dan J .S. Kalianda. 2000. Fasciolosis pada kerbau yang dipelihara pada lahan rawa di Propinsi Kalimantan Selatan. hlm . 571,- 578 . Pros . Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Cisarua - Bogor, 18 – 19 September 2000 . Puslitbang Peternakan, Bogor.
- Suhardono dan Z. Kosasih. 2000. Infeksi baru Fasciola gigantica sebagai alat untuk menetapkan strategi pengendalian fasciolosis melalui pemberian flukisida pada kerbau rawa di Propinsi Kalimantan Selatan. Hlm. him . 488 - 491. Pros. Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Cisarua - Bogor, 18 - 19 September 2000. Puslitbang Peternakan, Bogor.
- Suhardono. 2004. Penyakit dan upaya penanggulangannya untuk menekan kematian pada kerbau. Makalah disampaikan pada Seminar dan Lokakarya Nasional Peningkatan Populasidan Produktivitas Ternak Kerbau di Indonesia. Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan bekerja sama dengan Pusat Bioteknologi LIPI. Banjarmasin, 7–8 Desember 2004. 11 hlm.

- Suryana. 2006. Tinjauan aspek penyakit pada ternak ruminansia besar dan upaya penanggulangannya di Kalimantan Selatan. hlm.144 -150. Prosiding Workshop Nasional Ketersediaan Iptek dalam Pengendalian Penyakit Strategis. Jakarta, 12 Juli 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor.
- Tarmudji.2003. Beberapa penyakit penting pada kerbau di Indonesia. *Wartazoa* 13(4):160-171.
- Toelihere, M.R. dan K. Achyadi. 2005. Desain program pengembangan ternak kerbau di Provinsi Kalimantan Selatan tahun 2006-2010. Makalah disampaikan pada Forum Konsultan Peternakan. Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan bekerja sama dengan Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. 34 hlm.
- Winarto.D. 2010. Mengukap peluang kerbau.Majalah TROBOS Nomor 126. Tahun XI,Bogor
- Zulbardi, M. 2002. Upaya peningkatan produksi susu kerbau bagi ketersediaan dan mempertahankan potensi dadih.Hlm. 186-189. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbang Peternakan. Bogor.

UNGGAS RAWA DAN UPAYA PELESTARIANNYA DI KALIMANTAN SELATAN

Suryana1), dan Muhammad Yasin2)

1) Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan

Jalan Panglima Batur Barat No. 4 Banjarbaru (70711)

Email : suryanakalsel@yahoo.com

2) Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan

Jalan Perintis Kemerdekaan Km-17,5 Sudiang Makassar.

Ringkasan

Lahan rawa di Kalimantan Selatan selain dimanfaatkan untuk usaha pertanian terpadu, juga merupakan salah satu habitat dan tempat fenberkembangbiak jenis ternak sumber plasma nutfah seperti kerbau kalang/rawa (*Bubalus carabanensis*), danitik Alabio (*Anas platyrhynchosborneo*), serta unggas rawa liar lainnya di antaranya adalah burung Belibis (*Dendrocygna javanica*), yang hidup di perairan tawar, rawa-rawa dan semak-semak pohon, dan mempunyai potensi sebagai alternatif penghasil daging, Burak-burak, Blekok, Bangau dan lainnya. Penulisan makalah ini bertujuan memberikan informasi tentang potensi unggas rawa dan upaya pelestariannya di Kalimantan Selatan. Unggas rawa selain itik Alabio dalam perkembangannya belum dilakukan upaya domestikasi dan penangkaran seperti halnya itik Alabio. Itik Alabio memiliki potensi sebagai penghasil telur produktif dan daging (*dual purpose*). Populasi itik Alabio di Kalimantan Selatan tahun 2016 sebanyak 4.182.1704 ekor, dengan tingkat pertumbuhan 4,54%. Untuk mengantisipasi terjadinya penggerusan materi genetik ternak lokal Indonesia, dilakukan program pewilayahan yang dibagi atas: a) *wilayah sumber bibit*, yang bersifat pengembangbiakan secara murni, dengan mempertimbangkan jenis ternak dan rumpun, agroklimat, kepadatan penduduk, sosial ekonomi, budaya serta ilmu pengetahuan dan teknologi, yakni a) wilayah sebagai *sentra penghasil bibit*, b) *wilayah produksi*, pengembangbiakan dengan tujuan komersial yang memungkinkan menggunakan teknik-teknik perkawinan silang dan penggemukan, terutama penghasil telur konsumsi dan itik potong, dan c) *wilayah konservasi* dengan melakukan penangkaran hewan/ternak asli yang masih ada, atau hasil dari suatu wilayah sumber bibit, baik konservasi secara *in-situ* maupun *ex-situ*.

Pendahuluan

Rawa adalah kawasan sepanjang pantai, aliran sungai, danau atau lebak yang menjorok masuk (*intake*) ke pedalaman hingga 100 km, atau sejauh dirasakannya pengaruh gerakan pasang air laut (Noor, 2004). Lahan rawa di Indonesia tercatat sebesar $\pm 34,93$ juta hektare atau 18,28% dari luas daratan Indonesia, tersebar di Sumatera $\pm 12,93$ juta hektare, Jawa $\pm 0,90$ juta hektare, Kalimantan $\pm 10,02$ juta hektare, Sulawesi $\pm 1,05$ juta hektare, Maluku dan Maluku Utara $\pm 0,16$ juta hektare. Berdasarkan kondisi iklim, khususnya curah hujan, lahan rawa beriklim basah sangat luas sekitar 34,37 juta hektare, sedangkan lahan rawa beriklim kering hanya sekitar 558.474 ha (1,59%). Menurut Sudana (2005) agroekosistem lahan rawa memiliki sifat khusus yang berbeda dengan agroekosistem lainnya, terutama disebabkan oleh kondisi airnya. Berdasarkan sumber daya airnya, lahan rawa dikelompokkan menjadi lahan rawa pasang surut, dan lahan rawa non pasang surut (lebak). Hamdan *et al.* (2010) menyatakan bahwa lahan rawa lebak mempunyai ciri spesifik yaitu adanya genangan air dengan ketinggian mencapai lebih dari 200 cm pada musim hujan antara Januari – Maret, dan mengalami kekeringan pada musim kemarau, yaitu antara Juli-September.

Lahan rawa di Kalimantan Selatan selain dimanfaatkan untuk usaha pertanian terpadu (Suryana, 2016), juga merupakan salah satu habitat dan tempat berkembang jenis ternak plasma nutfah seperti itik Alabio (*Anas platyrhynchos borneo*), dan jenis unggas rawa liar lainnya antara lain: burung Belibis (*Dendrocygna javanica*), burung Bangau (*Leptoptilos javanicus*). Burung Blekok (*Ardeola speciosa*), burung Burak-burak (*Amaurornis phoenicurus*), dan jenis burung rawa lainnya (Azizah, 2015; Reifani dan Soendjoto, 2015). Jenis-jenis unggas rawa tersebut hidup dan fenberkembangbiak di sekitar lahan rawa dan mereka migrasi pada bulan-bulan tertentu, sehingga populasinya setiap tahun berfluktuasi (Syamal, 2007; Budiono *et al.*, 2015). Azizah (2015) mengemukakan bahwa beberapa spesies burung air termasuk famili Ardeidea menjadikan daerah perairan tawar dan sekitarnya seperti rawa, tambak, hutan bakau dan muara sungai sebagai habitat untuk tempat mencari makan. Kehadiran burung air dapat dijadikan sebagai indikator keanekaragaman hayati pada kawasan hutan mangrove (Winara, 2015). Hal ini berkaitan dengan fungsi daerah tersebut sebagai penunjang aktivitas hidup burung air, yaitu menyediakan tempat berlindung, mencari makan dan tempat fenberkembangbiak. Berbeda halnya dengan itik Alabio yang sudah lama dan turun temurun dimanfaatkan dan dipelihara sebagai ternak domestikasi oleh

masyarakat di Kalimantan Selatan, sehingga jumlah populasinya berkembang terus dari tahun ke tahun. Menurut Bigalke (1986) populasi satwa liar di habitatnya sering berfluktuatif, hal ini salah satunya disebabkan oleh faktor kematian akibat penyakit, predator alami, pemanfaatan dengan cara perburuan yang tidak terkendali untuk pertimbangan ekonomis.

Itik Alabio merupakan salah satu unggas rawa yang mempunyai potensi sebagai penghasil telur apabila kualitas genetik, pakan dan sistem pemeliharaannya ditingkatkan atau diperbaiki (Biyatmoko, 2005a). Itik Alabio yang dipelihara secara intensif, menghasilkan rata-rata produksi telur 56,66%, konsumsi pakan 150,37 g/ekor/hari dengan konversi pakan sebesar 4,01. Rohaeni (1996) melaporkan bahwa itik Alabio yang dipelihara secara intensif selama lima bulan, menghasilkan rata-rata produksi telur 38,03%, konsumsi pakan 141,82 g/ekor/hari, dengan konversi pakan sebesar 4,23. Menurut Biyatmoko (2005b) itik Alabio yang dipelihara di Kalimantan Selatan menunjukkan rata-rata produksi telur sebesar 46,81%/tahun, lebih tinggi dibandingkan itik yang ada di Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah. Usaha pengembangan itik Alabio menuju ke arah agribisnis, masih banyak kendala yang dihadapi di antaranya belum ada standar mutu bibit, ketersediaan pakan lokal terbatas, mutu produk masih beragam, serta fungsi kelembagaan, salah satunya kelompok tani-ternak belum optimal (Biyatmoko, 2005a).

Tujuan penulisan makalah ini adalah memberikan informasi tentang potensi unggas rawa dan upaya pelestariannya di Kalimantan Selatan.

Potensi Itik Alabio dan Unggas Rawa Lainnya

Upaya pengembangan itik Alabio sampai saat ini belum mampu mendorong peningkatan produktivitas itik Alabio secara optimal, walaupun jumlah populasinya dari tahun ke tahun mengalami peningkatan (Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan, 2015). Namun upaya-upaya pembinaan baik teknis maupun non teknis lainnya dari dinas peternakan Provinsi Kalimantan Selatan maupun Kabupaten Hulu Sungai Utara telah menunjukkan dampak positif terhadap peningkatan populasi dan produktivitas itik Alabio (Dinas Peternakan Kabupaten Hulu Sungai Utara, 1999). Faktor-faktor yang mendukung keberhasilan upaya pengembangan itik Alabio di Kalimantan Selatan antara lain adalah : a) faktor geografik, b) faktor psiko-sosial, dan c) faktor ekonomi. Perkembangan populasi, pemasukan dan pengeluaran itik Alabio masing-masing kabupaten dan kota di Kalimantan Selatan pada tahun 2016, disajikan pada Tabel 1, sementara produksi daging dan telur, tertera pada Tabel 2.

Tabel 1. Populasi, pemasukan dan pengeluaran itik Alabioberdasarkan kabupaten/kota di Kalimantan Selatan tahun 2016

Kabupaten/Kota	Populasi (ekor)	Pemasukan (ekor)	Pengeluaran (ekor)
Tanah Laut	258.511	5.650	47.650
Kotabaru	16.598	10.693	2.972
Banjar	362.000	366.351	38.691
Batola	76.821	23.686	23.189
Tapin	338.206	7.400	2.500
Hulu Sungai Selatan	609.487	144.160	196.950
Hulu Sungai Tengah	858.905	80.617	293.820
Hulu Sungai Utara	1.483.922	0	1.448.070
Tabalong	71.965	42.020	27.944
Tanah Bumbu	42.946	1.282	0
Balangan	30.194	53.041	19.278
Banjarmasin	22.571	299.446	43.687
Banjarbaru	10.044	128.455	31.302
Kalimantan Selatan	4.182.170	1.162.801	2.130.053

Sumber : BPS Provinsi Kalimantan Selatan (2016)

Tabel 2. Produksi Daging dan Telur Itik AlabioTahun 2016

Kabupaten/Kota	Produksi (kg)	
	Daging	Telur
Tanah Laut	84.688	1.772.647
Kotabaru	61.474	113.815
Banjar	346.710	2.482.286
Batola	15.111	526.773
Tapin	89.925	319.127
Hulu Sungai Selatan	101.039	4.179.339
Hulu Sungai Tengah	208.357	5.889.634
Hulu Sungai Utara	669.881	10.175.465
Tabalong	114.975	493.477
Tanah Bumbu	40.710	294.487
Balangan	67.253	207.045
Banjarmasin	115.205	154.773
Banjarbaru	55.948	68.873
Kalimantan Selatan	1.971.276.000	28.677.737

Sumber: BPS Provinsi Kalimantan Selatan (2016)

Itik Alabio dahulu dipelihara dengan cara digembalakan di daerah rawa-rawa, sungai-sungai atau dikenal dengan "*sistem lanting*" (Rohaeni dan Tarmudji, 1994). Pemeliharaan itik sistem lanting dilakukan pada rumah terapung di atas rawa dengan balok-balok sebagai alat pengapung dan di bagian bawah lantai dibuatkan kandang itik yang hanya dikelilingi pagar bambu dengan kapasitas kandang 150-200 ekor (Setioko, 1990). Itik Alabio sudah menjadi salah satu komoditas utama, maka pemeliharaannya telah berubah ke sistem semi intensif dan intensif (Ketaren, 1998; Dinas Peternakan Kabupaten HSU, 1999; Biyatmoko, 2005a). Menurut Setioko (1997), itik Alabio mempunyai produksi telur tinggi dibanding itik lokal lainnya di Indonesia, hal ini diduga karena tersedianya sumber bahan pakan alami yang terdapat di rawa-rawa berupa ikan-ikan kecil, ganggang atau hijauan dan binatang lainnya, baik yang diberikan peternak maupun yang dimakan pada saat digembala. Produksi telur itik yang dipelihara sistem lanting mencapai 60-90% selama periode bertelur, atau rata-rata 70% (Setioko 1990), sementara produksi telur itik Alabio yang dipelihara secara tradisional hanya 130 butir/ekor/tahun (Rohaeni dan Tarmudji, 1994). Rohaeni (2005) menyatakan bahwa pemeliharaan itik Alabio yang dilakukan beragam, bergantung kepada kebiasaan peternak dan kondisi alam. Pada umumnya di daerah sentra produksi seperti Kabupaten Hulu Sungai Utara dan Hulu Sungai Tengah, pemeliharaan itik dilakukan secara intensif dan semi intensif dengan skala pemeliharaan berkisar antara 500-5.000 ekor/peternak. Menurut Setioko (1997), usaha pemeliharaan itik Alabio secara umum dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok. yaitu: a) skala kecil, itik yang dipelihara kurang dari 500 ekor dengan sistem pemeliharaan tradisional atau dilepas di lahan rawa atau sawah; b) skala sedang jumlah pemeliharaan antara 500-5.000 ekor/peternak, dan c) skala besar jumlah itik yang dipelihara di atas 5.000 ekor/peternak, dengan pemeliharaan secara intensif. Namun kenyataan di lapangan, masih terdapat peternak yang memelihara itik Alabio secara semi intensif, dengan skala pemeliharaan antara 25-200 ekor/kepala keluarga. Sistem pemeliharaan intensif, skala kepemilikan antara 200-7.000 ekor/kepala keluarga, pemberian pakan 2-3 kali sehari. Bahan campuran pakan terdiri atas pakan komersial/pakan jadi, dedak, gabah, sagu, ikan rucah, siput, dan hijauan rawa atau ganggang (Biyatmoko, 2005a; Suryana, 2007).

Suryana (2011) menyatakan bahwa berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa secara umum letak geografis daerah pemeliharaan itik Alabio di Kabupaten Hulu Sungai Selatan (HSS) relatif sama dengan Kabupaten Hulu Sungai Utara (HSU), yakni pada agroekosistem lahan rawa

dan rawa lebak, kecuali Kabupaten Hulu Sungai Tengah (HST) sebagian kecil pemeliharaan itik dilakukan di sepanjang aliran sungai. Sistem pemeliharaan yang dilakukan dan jenis pakan serta pemberiannya dari ketiga lokasi relatif sama, kecuali HSU, bahan pakan yang digunakan ditambah gabah dan ganggang/eceng gondok sebagai sumber hijauan. Cara pemberian pakan di HSS dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali sehari (pagi, siang, dan sore), sementara HST dan HSU 2 (dua) kali sehari (pagi dan sore). Sumber bibit itik Alabio yang digunakan di HSS dan HSU diperoleh dari sentra penetasan di Desa Mamar, HSU, sedangkan di HST bibit itik berasal dari pasar dan penetas di desa sekitarnya, hal ini ditunjukkan dari beberapa desa yang ada di HST berkonsentrasi melakukan penetasan telur untuk memperoleh bibit sendiri.

Potensi itik Alabio yang besar baik sebagai penghasil telur maupun daging menyebabkan itik Alabio ini mulai dikembangkan di Pulau Jawa, berdampingan dengan itik-itik lokal yang ada. Selain itu, itik ini secara intensif dikembangkan untuk dipersiapkan sebagai bahan pembentukan galur baru yang mempunyai produktivitas lebih baik. Sifat genetik ini terbentuk akibat seleksi alam dan pengaruh lingkungan selama beberapa generasi, sehingga mempunyai keragaman karakteristik yang menonjol (Tabel 3).

Tabel 3. Sifat kuantitatif itik Alabio di Kalimantan Selatan

No.	Sifat-sifat kuantitatif	Jenis kelamin	
		Jantan	Betina
1.	Bobot badan dewasa (g/ekor)	1720	1590
2.	Bobot karkas umur 8 minggu (g/ekor)	1470	1402
3.	Persentase karkas (%)	62,53	62,0
4.	Bobot badan pertama bertelur (g/ekor)	1840	-
5.	Konsumsi pakan (g/ekor/hari)	155-190	150-182
6.	Konversi pakan	4,8	4,6
7.	Mortalitas anak itik umur sehari/ DOD (%)	0,75 - 5,0	
8.	Mortalitas itik dewasa (%)	1,0	

Sumber. Suryana (2011)



Gambar 1. Itik Alabio yang dipelihara petani (Sumber: Suryana)

Beberapa jenis unggas rawa liar lainnya yang hidup dan fenberkembangbiak di lahan rawa, baik di Kalimantan Selatan maupun provinsi lainnya di Indonesia, seperti disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis unggas rawa liar di Indonesia

Genus	Kelas dan famili	Nama Indonesia	Nama Inggris
Anatidae	<i>Dendrocygna arcuata</i>	Belibis kembang	Wandering Whistling
Anatidae	<i>Anas gibberifrons</i>	Itik benjut	Sunda Teal
Ardeidae	<i>Ardeola speciosa</i>	Blekok sawah	Javan Pond-heron
Ardeidae	<i>Egretta sacra</i>	Kuntul karang	Pacific Reef-egret
Ardeidae	<i>Egretta alba</i>	Kuntul besar	Great Egret
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Kuntul kerbau	Cattle Egret
Ardeidae	<i>Egretta intermedia/</i> <i>Ardea intermedia</i>	Kuntul perak	Intermediate Egret
Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i>	Kuntul kecil	Little Egret
Ciconiidae	<i>Leptoptilos javanicus</i>	Bangau tong tong	Lesser adjutant
Rallidae	<i>Amaurornis</i> <i>phoenicurus</i>	Burak-burak/ Koreo Padi	White-brested Waterhen

Sumber : Riefani & Soendjoto, 2015.

Burung Belibis

Burung Belibis (*Dendrocygna javanica*) atau *Lesser Wishtling Duck* merupakan salah satu satwa bangsa itik liar dari famili *Anatidae* yang hidup di perairan tawar, rawa-rawa dan semak-semak pohon, serta mempunyai potensi baik sebagai penghasil daging (Mac Kinnon *et al.*, 1992; Rose dan Scott, 1994; Sihombing, 2008). Berdasarkan data yang dilaporkan Fredrikkson *et al.* (2006), jumlah burung Belibis yang ditangkap di danau Mahakam, Kalimantan Timur pada tahun 2004 berkisar antara 120.000-165.000 ekor, dan dari jumlah tersebut sekitar 95% (114.000 – 156.000 ekor) dipasarkan di Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Laporan lain dikemukakan Dwi *et al.* (2007), berdasarkan hasil wawancara Lembaga *Borneo Ecology and Biodiversity Conservation* (BEBSIC) bekerjasama dengan Pusat Penelitian Hutan Tropika (PPHT), Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Kalimantan Timur dan Universitas Amsterdam Belanda, yang dilakukan terhadap kelompok penangkap burung air, menunjukkan bahwa sejak tahun 2005-2007 telah menangkap sebanyak 28.629 ekor burung Belibis kembang di Danau Mahakam Kalimantan Timur, dan dalam waktu 3-4 hari rata-rata hasil tangkapannya sebanyak 300 ekor.

Potensi Belibis di alam cukup banyak, diburu dan ditangkap untuk diperjualbelikan dan dikonsumsi dagingnya, sehingga dalam rentang waktu lama populasinya akan mengalami penurunan bahkan punah, sehingga kebutuhan konsumen akan burung Belibis ini semakin berkurang. Untuk itu, perlu dilakukan upaya eksplorasi potensi dan karakterisasi untuk mengetahui sifat-sifat dari aspek biologi (perilaku, morfologi, pakan dan sumbernya, cara bertelur, habitat serta kebiasaan bersosialisasi), bahkan aspek predasi yang dapat mengancam kehidupannya serta upaya budidaya berkelanjutan.

Terdapat 8 (delapan) jenis spesies burung Belibis, yaitu: *Dendrocygna viduata*, *Dendrocygna autumnalis*, *Dendrocygna guttata*, *Dendrocygna arborea*, *Dendrocygna bicolor*, *Dendrocygna eytoni*, *Dendrocygna arcuata*, dan *Dendrocygna javanica*, dua di antaranya terdapat di Amerika Utara adalah *Dendrocygna bicolor* dan *Dendrocygna arcuata* yang disebut dengan *tree duck* (itik pohon) (Anonim, 2008b). Sebagai itik pohon, karena burung Belibis ini mempunyai sifat suka membuat sarang dan bertelur di lubang-lubang pohon atau buluh-buluh di permukaan tanah dan semak-semak tumbuhan yang ada di sekitar habitatnya (Anonim, 2008b; Sihombing, 2008). Menurut klasifikasi Kingdom

Animalia, burung Belibis dimasukkan kedalam anggota hewan vertebrata (hewan bertulang belakang), dengan klasifikasinya sebagai berikut:

Phylum : Chordata
Class : Aves
Ordo : Anseriformes
Famili : Anatidae
Genus : *Dendrocygna*
Spesies : *Dendrocygna javanica*



Gambar 2. Habitat burung Belibis di rawa-rawa (Sumber:Dedi Kurniawan)

Secara umum burung memiliki ciri-ciri yang besar keseragamannya, dapat dibedakan dengan hewan lainnya baik dari segi morfologi, maupun segi anatominya (Siwi *et al.*, 2014). Secara umum burung memiliki ciri-ciri antara lain: 1) tubuh seluruhnya ditumbuhi dengan bulu, 2) mempunyai sayap yang merupakan hasil modifikasi dari kaki depan yang berfungsi untuk terbang, kaki belakang untuk berjalan atau bertengger, 3) mulut berbentuk paruh tidak bergigi dan berfungsi untuk mematuk makanan, 4) jantung memiliki 4 ruang dan berdarah panas. 5) tidak mengeluarkan urin, dan kotorannya berbentuk pasta, serta 6) pembuahan terjadi di dalam tubuh menghasilkan telur (Azizah, 2015).

Menurut Anonim (2008b) menyatakan bahwa ciri-ciri burung Belibis antara lain mempunyai bulu badan berwarna coklat kemerahan dengan kuning pucat di bagian kepala, kadang-kadang terdapat jalur yang berwarna kuning pucat di sekitar rusuk. Bagian atas sayap berwarna coklat kemerahan hingga hitam, sementara bagian ekor berwarna coklat kemerahan yang dapat dilihat pada saat terbang. Bagian bawah sayap berwarna hitam dengan panjang tubuh keseluruhan berkisar antara 38-40,1 cm (Anonim, 2008b), atau 41 cm (Mac Kinnon *et al.*, 1992). Siregar *et al.* (1984) menyatakan bahwa warna bulu Belibis bervariasi antara campuran warna hitam, kelabu dan coklat. Pada bagian kepala memiliki jambul kecil, paruh lebar dan tepinya bergerigi dengan ujung paruh melebar, leher agak panjang, sayap agak sempit dan runcing serta ekor pendek. Pada umumnya burung Belibis jantan lebih besar dari betina. Bobot badan burung Belibis jantan dewasa mencapai 1000 g/ekor (Siregar *et al.* 1984), dan betina 550 g/ekor (Anonim, 2008a). Burung Belibis seperti halnya hewan lain memiliki kebiasaan dan tingkah laku antara lain tingkah laku makan, minum dan kawin. Tingkah laku makan perlu diamati, mengingat jenis burung ini umumnya mempunyai kecenderungan tidak efisiennya dalam mengkonsumsi pakan, karena banyak yang terbuang pada saat makan yang diikuti minum.

Burung Bangau

Bangau (*Leptoptilos javanicus*) adalah sebutan untuk burung dari keluarga *Ciconiidae*. Badan berukuran besar, berkaki panjang, berleher panjang namun lebih pendek dari burung Kuntul, dan mempunyai paruh yang besar, kuat dan tebal. Bangau bisa dijumpai di daerah beriklim hangat. Habitat di daerah yang lebih kering dibandingkan burung Kuntul dan Ibis. Makanannya berupa katak, ikan, serangga, cacing, burung kecil dan mamalia kecil dari lahan basah dan pantai. Bangau tidak memiliki organ suara syrinx sehingga tidak bersuara. Paruh yang diadu dengan pasangannya merupakan cara berkomunikasi menggantikan suara panggilan. Bangau merupakan burung pantai migran, terbang jauh dengan cara melayang memanfaatkan arus udara panas sehingga dapat menghemat tenaga. Burung Bangau menjadi inspirasi Otto Lilienthal untuk membuat glider yang digunakan untuk terbang layang pada akhir abad ke-19. Bangau merupakan burung yang berat dengan rentang sayap yang lebar. Spesies *Leptoptilos crumeniferus* dari Afrika mempunyai rantang sayap 3,2 meter, sehingga dijuluki sebagai “burung darat dengan rentang sayap terpanjang di dunia bersaing dengan burung Kondor dari Pegunungan Andes. Sarang

digunakan untuk beberapa tahun, berukuran sangat besar, diameter hingga 2 meter. dan kedalaman sarang 3 meter. Bangau pernah dikira monogami, tetapi ternyata tidak selalu benar. Bangau cenderung setia pada sarang dan pasangannya, tetapi mungkin juga berganti pasangan sehabis migrasi atau pergi bermigrasi tanpa ditemani pasangannya. Badan yang berukuran besar, bersifat monogami, dan kesetiaan pada tempat bersarang menjadikan burung Bangau sering dijadikan simbol pembawa kebahagiaan di dalam banyak kebudayaan dan mitologi. Bangau berwarna putih (*Ciconia ciconia*) adalah lambang kota Den Haag di Belanda dan lambang tidak resmi negara Polandia yang memiliki 25% dari keseluruhan jenis Bangau. Dalam kebudayaan Barat, burung Bangau digunakan sebagai lambang kelahiran bayi. Cerita tentang kelahiran bayi yang dibawa oleh burung Bangau merupakan dongeng sebelum tidur dari negeri Belanda dan Jerman sebelah utara. Bangau yang bersarang di atap rumah dipercaya sebagai keberuntungan dan penghuninya akan diberkahi kebahagiaan. Di zaman Victoria, di saat perbincangan mengenai fungsi reproduksi masih dianggap tabu, pertanyaan anak kecil tentang asal usul kelahiran bayi dijawab dengan dongeng kedatangan bayi yang dibawa burung Bangau. Dalam kebudayaan populer, burung Bangau sering digambarkan terbang membawa bayi beralaskan sehelai kain yang ujung-ujungnya terikat dan digantung pada paruh. Di bibir atas, kelopak mata atas, dan bagian tengkuk bayi yang baru dilahirkan sering dijumpai bercak berwarna merah jambu kemerahan yang dipercaya sebagai bekas jepitan paruh burung Bangau.

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Aves
Ordo	: Ciconiiformes
Famili	: Ciconiidae
Genus	: <i>Anastomus</i>
Spesies	: <i>Ciconia ciconia</i>



Gambar 3. Burung Bangau (Sumber:<http://id.wikipedia.org/wiki>)

Burung Blekok

Burung Blekok (*Ardeola speciosa*) adalah spesies burung dari famili Ardeidae. Makanan utamanya adalah serangga, ikan, dan kepiting. Burung ini menyebar luas di Asia Tenggara. Panjang tubuh sekitar 46 cm. Paruh berwarna kuning dan hitam pada ujungnya. Pada masa tidak berbiak warna punggung lebih kecokelatan. Blekok sawah memiliki tubuh berukuran kecil (45 cm). Berbiak. kepala, dada kuning tua. Punggung nyaris hitam. Tubuh bagian atas lainnya coklat bercoret-coret. Tubuh bagian bawah putih. Saat terbang sayap terlihat sangat kontras dengan punggung yang hitam, coklat bercoret-coret, paruh kuning, ujung paruh hitam, kaki hijau buram. Hidup sendiri atau dalam kelompok tersebar. Berdiri diam dengan posisi tubuh rendah, kepala ditarik, menunggu mangsa. Setiap sore terbang menuju tempat istirahat, dengan kepakkan perlahan, berpasangan atau bertiga. Bersarang dalam koloni bersama burung air lain. Sarang dari tumpukan ranting pada dahan atau cabang berdaun di pohon di atas air. Telur berwarna

hijau biru pucat, jumlah 2-3 butir. Fenberkembangbiak pada bulan Desember-Mei, Januari-Agustus. Klasifikasi ilmiah dari burung Blekok adalah sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Chordata
Kelas	:	Aves
Ordo:	:	<i>Pelecaniformes</i>
Famili:	:	<i>Ardeidae</i>
Genus:	:	<i>Ardeola</i>
Spesies:	:	<i>A. speciosa</i>



Gambar 4. Burung Blekok (Sumber: <http://wtk.org../wiki>)

Burung Burak-burak

Burung Burak-burak (*Amaurornis phoenicurus*) adalah spesiesburung yang masuk dalam famili Rallidae. Burung ini tersebar di India, Chinasetatan, Asia Tenggara, Filipina, Sulawesi, Sunda Besar dan Nusa Tenggara. Namun, burung ini juga bisa ditemukan di sepanjang pesisir Lumajang, Jawa Timur atau bisa juga di Banyumas, provinsi Jawa Tengah. Biasanya burung ini dapat ditemukan di rerumputan rawa, sawah, hutan bakau, parit-parit di tepi jalan,

dan tentunya di lahan-lahan yang berbau basah serta berair. Karena lahan basah serta berair yang sering ditempati, maka burung ini dimasukkan dalam kategori *water bird* yakni burung yang mempunyai habitat di tempat berair. Selain hidup di alam bebas, burung Burak-burak juga ada yang sengaja dilindungi. Sebagai contoh, hal ini dilakukan oleh kelompok Minat Tirta Lawalata Institut Pertanian Bogor, yang fokus terhadap kegiatan perairan (baik kajian maupun olahraga), yang memelihara burung ini di wilayah danau LSI Institut Pertanian Bogor. Dulu burung ini ada dimana-mana, namun jumlahnya kini sudah jauh menurun karena perburuan dan penangkapan. Di sawah pun sebagian besar sudah menghilang, terutama dari areal persawahan yang menggunakan pestisida kimia. Pestisida tersebut membuat lumpur dan tanah tercemari, di mana di tempat burung Burak-burak mencari makanannya yang berupa biji-bijian, cacing, serangga, dan siput kecil. Ciri-ciri burung Burak-burak biasanya tinggi dapat mencapai 20 cm dengan panjang 15 cm. Bentuk tubuh burung Burak-burak adalah ramping dengan ekor pendek, sedang paruh serta kakinya mempunyai ukuran lumayan panjang. Kemudian, bulu-bulunya berwarna coklat keabu-abuan tua, namun muka, tenggorongkan, serta dadanya didominasi warna putih yang mencolok. Ketika berjalan, ekornya biasa ditegakkan dan warna bagian bawah tubuhnya yang kadru bisa terlihat. Untuk burung dewasa memiliki warna hitam dan putih yang mencolok. Baik burung dewasa maupun muda, keduanya sama-sama mempunyai paruh yang berwarna kuning gading. Ukuran kakinya, burung Burak-burak bisa dibilang memiliki kaki yang cukup kurus dan tinggi daripada proporsi tubuhnya dengan berselimut warna kuning. Hewan yang satu ini suka mengendap-ngendap dalam semak yang lembab dan dapat bertelur sepanjang tahun. Burung ini memiliki suara yang luar biasa, yakni bersuara *uwok-uwok* dan sangat ribut, beberapa ekor berdendang bersama berupa dengkur dan ketukan yang berbunyi *turr-kruwak* atau *per-per-a-wak-wak-wak*, juga dengan suara lain yang berlangsung sampai lima belas menit pada siang dan malam hari.

Burung Burak-burak biasanya hidup di dataran rendah sampai dengan ketinggian yang mencapai 1.600 meter di seluruh Sunda Besar. Umumnya burung ini hidup sendirian, kadang-kadang berdua atau bertiga. Dia akan keluar dari persembunyiannya ke tempat terbuka untuk mencari makanan, sehingga lebih terlihat daripada ayam-ayaman lainnya. Selain itu, burung Burak-burak juga mempunyai kesenangan untuk memanjat-manjat semak dan pohon kecil. Sarangnya berada di antara alang-alang, rumput tinggi, atau semak belukar yang padat, dibuat 1 sampai 2 meter di atas tanah dan

berbentuk cekungan yang dangkal yang alasnya terbuat dari ranting kecil, batang tumbuhan yang menjalar, ataupun dedaunan. Klasifikasi ilmiah dari burung Burak-burak, adalah sebagai berikut:

Kingdom	:	Animalia
Filum	:	Chordata
Kelas	:	Aves
Ordo	:	Gruiformes
Famili	:	Rallidae
Genus	:	<i>Amaurornis</i>
Spesies	:	<i>A. phoenicurus</i>



Gambar 6. Burung Burak-burak (Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki>)

Habitat dan Tempat Fenberkembangbiak

Habitat adalah lingkungan tempat satwa atau tumbuhan dapat hidup dan berkembang secara alami, atau merupakan kawasan yang terdiri atas berbagai komponen, baik komponen fisik maupun biotik yang merupakan

satu kesatuan sebagai tempat hidup dan fenberkembangbiak satwa liar. Komponen fisik terdiri atas air, udara, iklim, topografi, tanah dan ruang, sedangkan komponen biotik meliputi vegetasi, mikro dan makro fauna dan manusia (Alikodra, 1990; 1993). Habitat berfungsi sebagai penyedia makanan, air, pelindung dan tempat fenberkembangbiak yang mencakup areal berwujud ekosistem perairan tawar, rawa-rawa, sawah, danau, tanah lembab sekitar tanaman mangrove (Sihombing, 2008), dengan ketinggian 1.450 meter di atas permukaan air laut (2008b). Bigalke (1986) dan Alikodra (1993), mengemukakan bahwa habitat akan mengalami kerusakan berupa penurunan jumlah, luas dan macamnya karena disebabkan oleh kegiatan manusia dan alam, seperti eksplorasi hutan, pembukaan hutan untuk berbagai keperluan, pembuatan dam, pengeringan rawa-rawa, bencana alam, kebakaran hutan, pengembalaan ternak dan pencemaran oleh bahan-bahan kimia.

Menurut Syamal (2017) setiap jenis burung akan menempati habitat tertentu sesuai keperluan hidupnya, dan memainkan peran tertentu dalam lingkungannya. Berbagai tipe habitat ada kaitannya dengan pola adaptasi dan strategi untuk mendapatkan sumber daya. Pada habitatnya, burung Belibis hidup berkelompok dan kadang-kadang membentuk kumpulan yang sangat besar melebihi 1000 ekor, dan seekor jantan dapat menguasai beberapa ekor betina (Anonim, 2008a; Anonim, 2008b). Perkembangbiakan Belibis terjadi sepanjang tahun dengan jumlah telur berkisar antara 7-12 butir/periode bertelur atau *clutch* (Anonim, 2008a), atau 2-16 butir (Siregar *et al.*, 1984), dan waktu yang digunakan di antara dua musim bertelur ± 4 bulan. Belibis jantan dan betina bergantian untuk mengerami telurnya dengan lama telur dierami sampai menetas antara 26-30 hari (Anonim, 2008b), dan melakukan aktivitas mengasuh anak (Sihombing, 2008). Makanan Belibis terdiri atas rumput-rumputan, biji-bijian, binatang kecil yang hidup di air, gulma air, keong kecil, cacing, jenis ampibia dan jenis moluska lainnya (Anonim, 2008a; Sihombing, 2008), sisa padi di sawah-sawah yang baru selesai panen dan eceng gondok (Kompas, 2004).

Upaya Pengembangan dan Pelestarian Unggas Rawa

Menurut Ditjen PHPA Departemen Kehutanan (1984), satwa liar adalah semua binatang yang hidup di darat, di air dan atau di udara yang masih mempunyai sifat-sifat liar, baik hidup bebas maupun yang dipelihara oleh manusia. Satwa liar mempunyai peranan penting bagi kehidupan manusia, baik ditinjau dari segi ekonomi, penelitian, pendidikan dan kebudayaan, maupun

kepentingan rekreasi dan pariwisata (Alikodra, 1990), potensi dan peluang yang besar untuk dibudidayakan atau ditangkarkan (Ditjen PHPA Departemen Kehutanan, 1993). Ada tiga jenis satwa liar yang kemungkinan besar dapat dibudidayakan yaitu anoa, rusa dan Belibis, sementara jenis unggas rawa lainnya seperti burung Belibis, Bangau, Blekok, Burak-burak, dan jenis burung air lainnya masih termasuk kedalam kategori satwa liar, walaupun sebagian masyarakat sudah ada yang memanfaatkannya (Budiono *et al.*, 2007). Satwa tersebut mempunyai adaptasi dan perkembangbiakan yang baik untuk ditenakan, sekaligus upaya konservasi dan pelestariannya (Ditjen PHPA Departemen Kehutanan, 1984; Noerdjito, 2007). Menurut Bigalke (1986) populasi satwa liar di habitatnya sering berfluktuatif, hal ini salah satunya disebabkan oleh faktor kematian akibat penyakit, predator alami, pemanfaatan dengan cara perburuan yang tidak terkendali untuk pertimbangan ekonomis. Sebagai contoh, dalam menjaga eksistensi dan peningkatan populasi burung Belibis, dan unggas rawa lainnya diperlukan upaya pelestarian dan konservasi dari ancaman kepunahan. Konservasi satwa liar merupakan kegiatan yang meliputi perlindungan pengawetan, pemeliharaan, rehabilitasi, introduksi, pelestarian, pemanfaatan, dan pengembangan satwa liar, dengan tujuan untuk menjamin kelangsungan hidup dan kebutuhan masyarakat untuk memanfaatkannya, baik langsung maupun tidak langsung berdasarkan prinsip pelestarian (Alikodra, 1990;1993; Ditjen PHPA Departemen Kehutanan, 1993).

Upaya konservasi sumber daya alam yang diharapkan akan menjamin pemanfaatan secara bijaksana agar terjamin kesinambungan persediaan secara tetap dan terpelihara, bahkan terjadi peningkatan kualitas, kuantitas dan keanekaragamannya (Siwi *et al.*, 2014). Tujuan kegiatan konservasi dicapai melalui upaya-upaya sebagai berikut :1) melakukan pembatasan-pembatasan terhadap pemburuan secara liar, 2) melakukan pengendalian persaingan dan pemangsaan, 3) pembinaan wilayah (suaka) tempat berlindung, tidur dan fenberkembangbiak, 4) melakukan pengawasan terhadap kualitas dan kuantitas lingkungan hidup satwa liar, 5) meningkatkan peran serta masyarakat dalam upaya konservasi satwa liar, 6) mengembangkan pendayagunaan satwa liar baik untuk rekreasi, berburu, objek wisata ataupun penangkaran, dan 7) pengembangan penelitian (Alikodra, 1990).

Mengingat potensi burung Belibis dan unggas rawa lainnya di alam sangat menjanjikan untuk dimanfaatkan baik dagingnya sebagai sumber pangan, dan untuk memperolehnya dilakukan dengan cara penangkapan atau perburuan, maupun dipelihara untuk ditangkarkan (Fredriksson *et al.*, 2006),

upaya pengembangan dan pelestarian sangat perlu dilakukan untuk menjaga populasinya dari kepunahan, karena kalau aktivitas perburuan ini dibiarkan secara terus menerus tanpa terkendali, akan menyebabkan berkurangnya populasi burung Belibis bahkan punah (Alikodra, 1993; Budiono *et al*, 2007). Usaha-usaha yang dapat meningkatkan jumlah populasi dan sekaligus pelestariannya adalah dengan cara dibudidayakan sesuai habitatnya (Azizah, 2015). Usaha pemeliharaan atau budidaya tersebut dapat dilakukan baik secara *in-situ* (Ditjen PHPA Departemen Kehutanan, 1993), maupun *ex-situ* (Hodges, 1992; Tanari, 2007).

Menurut Harsono dan Suwelo (1984), pemeliharaan secara *in-situ* yaitu pemeliharaan satwa liar di dalam habitat aslinya yang setelah ditetapkan sebagai kawasan yang dilindungi, sedangkan *ex -situ* adalah pemeliharaan satwa liar di luar habitat aslinya, antara lain dengan cara pengaturan pemanfaatannya, penangkaran, pemeliharaan di taman burung atau kebun binatang (Siregar *et al.*, 1984). Upaya pembudidayaan atau penangkaran ini sangat penting, bukan saja dalam rangka memenuhi kebutuhan protein hewani dan panganekaragaman atau diversifikasi pangan, melainkan mempunyai arti penting untuk meningkatkan pendapatan masyarakat pedesaan yang sebagian hidupnya dari pemanfaatan dan pendayagunaan satwa ini (Harsono dan Suwelo, 1984). Ada 3 (tiga) tipe konservasi yang dapat dilakukan yaitu ternak hidup dipelihara dan dikembangkan secara *in-situ* dan *ex-situ*, penyimpanan kryogenik dan jaringan reproduksi serta konservasi molekuler.

Program-program pengembangan penelitian satwa liar dapat dibagi menjadi 3 (tiga) tipe, yakni: 1) Program penelitian di lokasi kebun binatang sebagai wadah satwa liar yang sudah ada, 2) Program penelitian di daerah perlindungan alam atau suaka margasatwa, dan 3) Program penelitian di pedesaan, bekerjasama dengan masyarakat setempat yang mempunyai aplikasi luas di masa depan (Ditjen PHPA Departemen Kehutanan, 1984). Dari ketiga jenis penelitian di atas, tipe ke tiga merupakan kegiatan yang mempunyai prospek baik, karena sudah merupakan tahapan implementasi pengembangan teknologi tepat guna yang dikaitkan dengan program pengembangan pedesaan dan regional. Pertimbangannya bahwa, tingkat dan sifat proses pengembangan ekonomi, sumber daya setempat dan satwa tersebut memungkinkan dikembangkan untuk tujuan konsumsi sendiri dan usaha komersial. Hodges (1992) menyatakan bahwa aspek perbaikan jenis ternak tertentu yang terjadi di negara-negara berkembang, termasuk

Indonesia adalah melakukan kegiatan konservasi untuk melihat variasi genetik ternak yang ada.

Upaya pelestarian untuk itik Alabio, berdasarkan beberapa permasalahan yang ada, untuk mengatasi kemunduran bibit yang selama ini disebabkan oleh pejantan itik Alabio yang tidak berkualitas, perlu dilakukan seleksi dan pemuliaan yang terstruktur, terarah dan terencana sehingga diperoleh bibit yang sesuai standar. Selain itu, untuk pengembangan itik Alabio secara khusus diperlukan pemetaan daerah atau kawasan bagi pengembangan dan pemurnian itik Alabio (Biyatmoko, 2005a), membuat standarisasi bibit dan menghindari kemungkinan tercemarnya itik Alabio oleh itik pendatang lainnya, serta membuat pusat perbibitan skala pedesaan atau *Village Breeding Center* (VBC), sehingga diperoleh bibit itik yang murni dengan kualitas atau standarisasi bibit yang dapat diandalkan (Biyatmoko, 2005b).

Penyuluhan tentang pentingnya rekording pada usaha itik Alabio dara dan penghasil telur tetap perlu diintensifkan, sehingga pengetahuan peternak tentang rekording ini akan lebih baik. Selain itu, standarisasi pakan untuk itik Alabio perlu dilakukan kajian tentang standarisasi nutrisi pakan yang menyeluruh, dan upaya diversifikasi bahan baku pakan lokal, terutama budidaya tanaman sagu sebagai bahan pakan utama itik Alabio harus direncanakan secara baik dan berkesinambungan. Standar formulasi pakan murah dengan memanfaatkan sumber bahan pakan lokal yang tersedia seperti haliling (bahasa Banjar), kalambuai atau keong rawa dan remis sebagai sumber protein, serta bahan dari beberapa gulma air yang potensial dan tersedia sepanjang tahun seperti eceng gondok dan *Azolla* Sp. perlu dilakukan pada kelompok tani ternak, sehingga ketergantungan kepada pakan komersial dapat diminimalkan.

Dukungan Pemerintah Daerah dalam Rangka Pelestarian Unggas Rawa

Dukungan pemerintah daerah dalam rangka pelestarian unggas rawa baru sebatas pada ternak itik Alabio yang sudah memiliki nilai ekonomis tinggi, sementara jenis unggas rawa lainnya seperti burung Belibis, Blekok, Burak-burak dan Bangau belum dilakukan, bahkan undang-undang perlindungannya pun belum ada di Indonesia. Itik Alabio secara resmi telah ditetapkan sebagai rumpun ternak asli Provinsi Kalimantan Selatan pada tahun 2011 (Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan, 2015).

Seiring dengan telah ditetapkannya hal tersebut, membawa konsekuensi terhadap kelestarian itik Alabio agar produktivitasnya lebih baik lagi. Dalam rangka mempertahankan kualitas genetik itik Alabio, perlu dilakukan upaya penetapan pewilayahan komoditas ternak. Penetapan tentang pewilayahan pengembangan itik Alabio dilaksanakan sesuai dengan daya dukung potensi lahan dan sumber daya alam yang ada. Mengacu kepada Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan, bahwa untuk mengantisipasi terjadinya penggerusan materi genetik ternak lokal Indonesia, yaitu dengan melaksanakan program pewilayahan yang dibagi atas: a) *wilayah sumber bibit*, yang bersifat pengembangbiakan secara murni, dengan mempertimbangkan jenis ternak dan rumpun, agroklimate, kepadatan penduduk, sosial ekonomi, budaya serta ilmu pengetahuan dan teknologi, seperti yang telah dilaksanakan di Desa Mamar, Kabupaten Hulu Sungai Utara yakni sebagai sentra penghasil bibit, b) *wilayah produksi*, pengembangbiakan dengan tujuan komersial yang memungkinkan menggunakan teknik-teknik perkawinan silang dan penggemukan, antara lain Kabupaten Hulu Sungai Tengah, Hulu Sungai Selatan dan Kabupaten lainnya yang potensial untuk pengembangan itik Alabio sebagai sentra produksi, terutama untuk menghasilkan telur konsumsi dan itik potong, dan c) *wilayah konservasi* dengan melakukan penangkaran hewan/ternak asli yang masih ada, atau mengembangkan hasil dari suatu wilayah sumber bibit (Departemen Pertanian, 2006), baik konservasi secara *in-situ* maupun *ex-situ* (Mansjoer, 2002; Setioko, 2008). Wilayah-wilayah tertentu yang memiliki daya dukung lahan dan sumber pakan, khususnya di Kabupaten Hulu Sungai Utara, perlu dipertahankan sebagai kawasan konservasi itik Alabio, sehingga kemurniannya dapat dijaga dengan baik sebagai reservoir penyediaan materi genetik untuk keperluan pemuliaan.

Peranan kelembagaan sebagai wadah bagi peternak itik Alabio dalam bentuk asosiasi ini, diharapkan mampu mempercepat transfer teknologi dari lembaga penelitian sebagai perekayasa teknologi kepada peternak sebagai pelaku usaha. Partisipasi, dukungan dan peran aktif semua pihak dalam menjaga kelestarian itik Alabio sangat diharapkan, sehingga keberadaannya dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya genetik ternak lokal dalam program pemuliaan ternak di Indonesia. Didukung dengan kemampuan dan pengalaman peternak dalam budidaya itik Alabio, serta kearifan lokal (*indigenous knowledge*) yang dimilikinya, menunjukkan bahwa, pola pelestarian itik Alabio yang telah dilakukan masyarakat peternak di

Kabupaten HSS, HST dan HSU, serta didukung oleh Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan sudah berjalan dengan baik. Namun demikian, dalam rangka menghadapi pasar bebas, upaya perlindungan terhadap plasma nutfah itik Alabio perlu dilakukan dengan baik lagi. Dalam hal ini, diperlukan dukungan Pemerintah Pusat, antara lain menerbitkan Undang Undang Perlindungan Jenis Ternak, biosekuriti yang ketat serta monitoring dan evaluasi secara berkala.

Dalam menjaga kelestarian dan kemurnian itik Alabio, Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Selatan, antara lain telah melakukan upaya sebagai berikut:

- a. Melakukan upaya pelestarian plasma nutfah itik Alabio melalui pembinaan, pembentukan kawasan penghasil telur tetas dan bibit (Kab. Hulu Sungai Utara), kawasan penghasil telur konsumsi (Kab. Hulu Sungai Utara, Hulu Sungai Tengah, Hulu Sungai Selatan, Tapin, Banjar, Barito Kuala dan Tanah Laut), kawasan penghasil itik pedaging (Kab. Hulu Sungai Utara, Hulu Sungai Tengah, Hulu Sungai Selatan, Tapin, dan Kab. Banjar).
- b. Memasukkan itik pejantan dan betina hasil pemurnian sampai dengan generasi ke 6 yang berasal dari Balitnak Bogor dan Balai Pembibitan Ternak Unggul – Hijauan pakan Ternak (BPTU-HPT) Pelaihari, Tanah Laut.
- c. Peningkatan produktivitas ternak itik melalui perbaikan kualitas genetik, pakan, dan manajemen melalui penjarangan bibit unggul melalui seleksi, serta upaya pencegahan dan pengendalian penyakit.
- d. Pengembangan *Village Breeding Centre* (VBC). Disarankan setiap kabupaten minimal membentuk 3 (tiga) unit VBC dengan populasi masing-masing 10.000 ekor. Hal ini dilakukan dalam rangka pengamanan dan pengembangan potensi genetik itik Alabio yang merupakan kebijakan dalam mendukung penumbuhan dan pengembangan sentra-sentra perbibitan itik Alabio.
- e. Melakukan pewilayahan sumber bibit itik Alabio di Kabupaten Hulu Sungai Utara, yang perlu didukung melalui Keputusan Bupati atau Peraturan Pemerintah Daerah tentang pelarangan persilangan itik Alabio dengan jenis itik lainnya, terutama di wilayah sentra bibit yang populasinya padat.

- f. Mengintensifkan kegiatan diseminasi tentang cara-cara budidaya dan perbibitan itik Alabio yang baik (*Good Farming and Breeding Practices*), optimalisasi kegiatan sistem perkawinan, serta pengawasan lalu lintas ternak secara ketat.

Penutup

Pemanfaatan jenis-jenis satwa liar yang dianggap langka di lahan rawa, termasuk unggas rawa seperti burung Belibis, burung Blekok, Burak-burak dan Bangau sudah banyak dilakukan masyarakat. Jenis unggas rawa liar yang telah banyak dilakukan pemburuan dan penangkapan secara terus menerus untuk dimanfaatkan sebagai sumber pangan hewani, khususnya di Kalimantan Selatan seperti burung Belibis, sementara jenis unggas rawa lainnya (burung Bangau, Burak-burak dan burung Blekok) masih sebatas untuk dipelihara sebagai hewan piaraan biasa. Burung Belibis (*Dendrocygna javanica*) atau *Lesser Wishtling Duck* merupakan salah satu satwa yang hidup di perairan tawar, rawa-rawa dan semak-semak pohon mempunyai potensi sebagai penghasil daging. Upaya pemburuan burung Belibis di alam yang dilakukan secara terus menerus, populasinya lama kelamaan akan berkurang bahkan mengalami kepunahan. Untuk itu, perlu upaya konservasi dan budidaya dengan mempelajari tingkah laku dan cara hidup mereka di habitat aslinya.

Unggas rawa lainnya seperti itik Alabio di Kalimantan Selatan mempunyai potensi yang baik sebagai itik petelur dan penghasil daging (*dual purpose*). Usahatani itik Alabio sudah mengarah kepada spesialisasi usaha yaitu: usaha penghasil telur tetas, telur konsumsi, penetasan dan pembesaran atau itik dara. Beberapa masalah dalam pengembangan itik Alabio adalah: a) belum ada standarisasi mutu bibit yang baik; b) harga pakan yang berfluktuatif; c) masa periode bertelur tidak stabil dan belum adanya rekording yang baik; d) seleksi itik jantan masih didasarkan atas pengalaman dan tidak berdasarkan kualitas bibit yang baik; e) penanganan pasca panen belum optimal, sehingga masih terdapat produk yang kurang disukai konsumen, dan f) terdapatnya beberapa penyakit yang mengganggu produktivitas itik Alabio.

Daftar Pustaka

- Alikodra, H.S. 1990. Pengelolaan Satwa Liar. Jilid I. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati. Institut Pertanian Bogor. 125 hlm.
- Alikodra, H.S. 1993. Pengelolaan Satwa Liar. Jilid II. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati. Institut Pertanian Bogor. 101 hlm.
- Anonim. 2008a. Org./buloh birds/ Lesser Wisthling Duck. *Dendrocygna javanica*. [20 Maret 2008].
- Anonim. 2008b. Lesser Wisthling Duck. <http://www.wikepia.org.wiki>. [9 Maret 2008].
- Azizah, N. U. 2015. Keanekaragaman burung ordo *Ciconiiformes* di kawasan konservasi mangrove Tambaksari Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. [Skripsi] Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Walisongo. Semarang. 119 hlm.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan. 2016. Kalimantan Selatan Dalam Angka. Banjarmasin. 275 hlm.
- Barnard, C. 2004. Animal Behaviour, Mechanism, Development, Function and Evaluation. Pearson Education Limited. Prentice Hall England. British Library Cataloguing Publication Data. London. 267 hlm.
- BBSDLP. 2014. Sumber daya lahan pertanian Indonesia, luas, penyebaran dan potensi ketersediaan. Laporan Teknis Nomor 1. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Bogor. 62 hlm.
- Bigalke, R. G. 1986. Utilizing wild species. Ecosystems of the world 21. Bioindustrial Ecosystems. Elsevier Science Publishing Company Inc. USA. hlm. 225-271.
- Biyatmoko, D. 2005a. Petunjuk teknis dan saran pengembangan itik Alabio. Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan. Banjarbaru. 9 hlm.
- Biyatmoko, D. 2005b. Kajian arah pengembangan itik di masa depan. Ekspose Konsultan Pengembangan Ternak Kerbau dan Itik serta Diseminasi Teknologi Peternakan Tahun 2005; Banjarbaru, 11 Juli 2005. Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan. Banjarbaru. 13 hlm.
- Budiono, Kreb, D, Syahraini dan R. Agustina. 2007. Keanekaragaman hayati di danau dan lahan basah pada Daerah Mahakam Tengah (DMT). Laporan Hasil Survei. Yayasan Konservasi Rasi bekerjasama dengan By Conservation Foundation For Rare Aquatic. 30 hlm.
- Departemen Pertanian. 2006. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 235/Permentan/OT.140/8/2006 Tentang Pedoman Pelestarian dan Pemanfaatan Sumber Daya Genetik Ternak. Jakarta: Departemen Pertanian R.I. 150 hlm.
- Departemen Pertanian. 2008. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 19/Permentan/ OT.140/2/2008 Tentang Penetapan dan Pelepasan

- Rumpun atau Galur Ternak. Departemen Pertanian R.I. Jakarta.125 hlm.
- Ditjen PHPA Departemen Kehutanan. 1984. Pelestarian satwa liar. Prosiding Seminar Satwa Liar. Bogor, 10 Agustus 1983. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. hlm 60-65.
- Ditjen PHPA Departemen Kehutanan.1993. Konservasi Sumberdaya Alam Hayati. Direktorat Penyuluhan dan Konservasi Sumber Daya Alam. Bogor. 78 hlm
- Dinas Peternakan Kabupaten Hulu Sungai Utara. 1999. Laporan Tahunan. Amuntai.
- Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan. 2015. Laporan Tahunan. Banjarbaru.
- Dwi, N. A., C. Darin, F. Yuwana, P.H. Zulfi dan R. Edward. 2007. Perburuan burung air di Indramayu. Ancaman terhadap burung migran dan penetap. WCS GAINS Survey Pendahuluan di Pantai Utara dan Selatan Jawa dan Lampung. Wildlife Conservation Society-Indonesia Program wildlifecrime perburuan burung air di Indramayu. [16 Mei 2008].
- Fredriksson, G., A. Soeyitno, Yudistira dan Khasmir. 2006. Monitoring perburuan dan perdagangan burung Belibis kembang (*Dendrocygna arcuata*) di danau Mahakam Kalimantan Timur, Indonesia, tahun 2005-2006. Borneo Ecology and Biodiversity Conservation Institute (BEBSIC) bekerjasama dengan Balai Konservasi dan Sumber Daya Alam (BKSDA), Universitas Mulawarman Kalimantan Timur dan Universitas Amsterdam Belanda. bebsic.hijaubiru.com. [3 Maret 2008].
- Hamdan, A, R. Zuraida dan Khairudin, 2010. Usahatani itik Alabio petelur (Studi Kasus Desa Prima Tani Sungai Durait Tengah Kecamatan Babirik, Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kalimantan Selatan), Di dalam: Menjadikan Inovasi Badan Litbang Pertanian Tersedia Secara Cepat, Tepat dan Murah. Prosiding Seminar Nasional Membangun Sistem Inovasi di Perdesaan. Bogor, 15-16 Oktober 2009. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. hlm 256-262.
- Harsono, R .M. dan I. S. Suwelo. Rusa bawean hasil pengembangbiakan kebun binatang Surabaya ditangkarkan di Pulau Madura. Prosiding Seminar Satwa Liar. Bogor, 10 Agustus 1983. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. hlm 43-48.
- Hodges, J. 1992. The threat to indigenous breeds in developing country and option for action. *Genetic Conservation of Domestic Livestock* 2:47-55.
- Ketaren, P. P. 1998. Feed and feeding of duck in Indonesia. *J. Indo Agric Res Develop* 20 (3):51-56.

- Kompas. 2004. Penangkaran Belibis kini jadi lahan bisnis di Kalimantan Selatan. 26 Agustus 2004.
- Mac Kinnon, K. Phillips dan B.V. Baalen. 1992. Burung-Burung di Sumatera, Bali dan Kalimantan (termasuk Sabah, Sarawak dan Brunei Darussalam). Seri Panduan Lapangan. Birdlife International Indonesia Programme. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor. hlm. 75-81.
- Mansjoer, S.S. 2002. Konservasi plasma nutfah unggas dan burung di Indonesia. Makalah disampaikan pada Workshop Nasional Persiapan Country Report The State of The World's Animal Genetic Resources (The SoWANGRI). Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Noerdjito, M. 2007. Penelitian mengenai itik liar. Lembaga Biologi Nasional. <http://digilab.biologi.lipi.go.id/view.html?idm.31495>. [30 April 2008].
- Noor, M. 2004. Rawa lebak, ekologi, pemanfaatan dan pengembangannya. Penerbit PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Riefani dan Soendjoto. 2015. Keragaman jenis burung air di kawasan Selat Sebuku, Kotabaru Kalimantan Selatan. Hlm 715-720. Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015.
- Rohaeni, E. S., dan Tarmudji. 1994. Potensi dan kendala dalam pengembangan peternakan itik Alabiodi Kalimantan Selatan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 26 (1):4-6.
- Rohaeni E. S. 1997. Pengaruh tingkat pemberian bahan pakan lokal untuk itik Alabio [laporan hasil penelitian]. Banjarbaru: Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Banjarbaru.
- Rohaeni E. S. 2005. Analisis kelayakan usaha itik Alabio dengan sistem lanting di Kabupaten Hulu Sungai Tengah. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner; Bogor, 12-13 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. hlm. 845-850.
- Rose, P. M., and D. A. Scott. 1994. Water fowl population estimates. IWRB Publication 29.
- Setioko A. R. 1990. Usaha pemeliharaan itik di Indonesia. Disampaikan pada Temu Aplikasi Paket Teknologi Pertanian. Sub Sektor Peternakan; Binuang 19-20 Oktober 1990. Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IPTP) Banjarbaru.
- Setioko A. R. 1997. Pembibitan itik Alabio di Kabupaten Hulu Sungai Tengah. Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Jilid I; Bogor, 1-2 Desember 1999. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. hlm. 382-387.
- Setioko, A.R., Istiana dan E.S. Rohaeni. 2000. Pengkajian peningkatan mutu itik Alabio melalui program seleksi pada pembibitan skala pedesaan,

- Laporan Hasil Pengkajian. Balai Pengkajian Teknologi Kalimantan Selatan. Banjarbaru.
- Setioko, A. R. 2008. Konservasi plasma nutfah unggas melalui kriopreservasi Primordial Germ Cells (PGCs). *Wartazoa* 18(2):68-77.
- Setioko, A. R. 2001. Inseminasi buatan pada itik. Disampaikan pada Acara Pelatihan Inseminasi Buatan pada Itik di BPT HMT Pelaihari Kalimantan Selatan. Tambang Ulang, 30-31 Agustus 2001. 8 hlm.
- Siwi, N., T. H. Wahyuni dan Hamdan. 2014. Identifikasi Morfologi dan Morfometri Organ Pencernaan serta Sifat Kualitatif Warna Bulu Belibis Kembang (*Dendrocygna arcuata*) dan Belibis Batu (*Dendrocygna javanica*). *Jurnal Peternakan Integratif* 2(2):193-208.
- Sihomebing, D. T H. 2008. Satwa Harapan 4. Hand Out Mata Kuliah Pengembangan Sumber Daya Satwa Harapan. Fakultas Peternakan. Sekolah Pascasarjana (Program Doktor). Institut Pertanian Bogor.
- Siregar, A. P., P. Sitorus, B. P. A. Radjagukguk, Santoso, M. Sabrani, S. Soediman, T. Iskandar, E. Kalsid, L.P. Batubara, H. Situmorang, A.Syaifuddin, A. Saleh dan Wiluto. 1984. Kemungkinan pembudidayaan satwa liar di Indonesia. Prosiding Seminar Satwa Liar. Bogor, 10 Agustus 1983. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. hlm. 1-34.
- Sudana, W. 2005. Potensi dan prospek lahan rawa sebagai sumber produksi pertanian. *Analisis Kebijakan Pertanian* 3(2):141-151.
- Suryana. 2007. Prospek dan peluang pengembangan itik Alabiodi Kalimantan Selatan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 26(3):109-114.
- Suryana dan B.W. Tiro. 2007. Keragaan penetasan telur itik Alabio dengan sistem gabah di Kalimantan Selatan. Di dalam; Percepatan Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi Mendukung Kemandirian Masyarakat Kampung di Papua. Prosiding Seminar Nasional dan Ekspose. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Papua; Jayapura, 5-6 Juli 2007. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. hlm 269-277.
- Suryana. 2011. Karakteristik fenotipik dan genetik itik Alabio (*Anas platyrhynchos borneo*) di Kalimantan Selatan dalam rangka pelestarian dan pemanfaatannya secara berkelanjutan. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor,
- Suryana. 2016. Potensi dan peluang pengembangan usahatani terpadu berbasis kawasan di lahan rawa. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 35 (2):57-68.
- Syamal, F.M. 2017. Studi populasi burung Bangau bluwok (*Mycteria cinerea*) di rawa Pacing Desa Kibang Pacing Kecamatan Menggala Timur Kabupaten Tulang Bawang. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. 47 hlm.

- Tanari, M. 2007. Karakterisasi habitat, morfologi dan genetika serta pengembangan teknologi penetasan *ex – situ* burung maleo (*Macrocephalon maleo* Sat. Muller 1846) sebagai upaya meningkatkan efektivitas konservasi [Disertasi]. Bogor. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Undang Undang Republik Indonesia. 2009. Peternakan dan Kesehatan Hewan Nomor 18 tahun 2009. Republik Indonesia. Jakarta. 125 hlm
- Wasito, dan E.S. Rohaeni. 1994. Beternak Itik Alabio. Jogjakarta: PT. Kanisius. 177 hlm.
- Winara, A. 2015. Keragaman jenis burung air di taman nasional Wasur, Merauke. *Jurnal Hutan Tropis* 4 (1):85-92.

MIKROBA POTENSIAL PADA EKOSISTEM LAHAN RAWA

Yuli Lestari dan Mukhlis

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (BALITTRA)

Jalan Kebun Karet Loktabat, Banjarbaru

e-mail: yulibalittra70@yahoo.com

Ringkasan

Lahan rawa merupakan ekosistem yang unik untuk mikroba, baik yang berperan penting dalam siklus hara maupun berbagai aktivitas lingkungan yang lain. Beberapa mikroba yang ada di lahan rawa diantaranya adalah bakteri, fungi (jamur), aktinomisetes. Di alam mikroorganisme dapat mempengaruhi siklus biogeokimia baik secara langsung maupun tidak langsung, mikroba terlibat dalam perubahan kimia dan pelapukan mineral. Aktivitas mikroba dapat menyebabkan presipitasi mineral, adsorpsi, pelindian (*leaching*) mineral dan pembentukan atau destruksi kompleks organik-mineral. Tingginya produktivitas dan beragamnya konversi mikroba di lahan rawa yang secara terus menerus mentransformasi hara dari vegetasi lahan rawa dalam siklus karbon, nitrogen, fosfor, sulfur dan hara lain yang diperlukan tanaman, sebaliknya tanaman memberikan eksudat yang berfungsi sebagai makanan mikroba. Analisis keragaman mikroba pada ekosistem lahan rawa bermanfaat untuk mengetahui struktur serta dinamikanya, mempermudah isolasi, identifikasi mikroba potensial yang mempunyai kekhususan tertentu untuk berbagai pemanfaatan.

Pendahuluan

Lahan rawa adalah lahan yang menempati posisi peralihan antara daratan dan peraliran sehingga sepanjang tahun atau dalam waktu yang lama yang tergenang secara periodik atau terus menerus secara alami dalam kurun waktu yang panjang dalam setahun tergenang dangkal, selalu jenuh air atau mempunyai air tanah yang dangkal (Subagyo, 2006). Berdasarkan pengaruh air pasang surut, khususnya pasang besar (*spring tides*) di musim hujan, bagian daerah aliran sungai di bagian bawah (*down stream area*), maka lahan rawa dibagi menjadi 3 zona wilayah, yaitu rawa pasang surut air asin/payau, rawa pasang surut air tawar dan rawa non pasang surut (lebak) (Subagyo, 1997) dalam Subagyo, 2006). Perbedaan kondisi hidrologi lahan rawa akan mempengaruhi proses kimia, fisika dan biologi yang terjadi.

Secara umum ada 2 jenis tanah yang terbentuk di lahan rawa yaitu tanah gambut (*peat soil*) dan non gambut (tanah mineral basah). Tanah gambut adalah tanah yang kaya bahan organik (C-organik >18%) dengan ketebalan 50 cm atau lebih (Agus dan Subiksa, 2008). Sedangkan tanah dengan ketebalan tanah gambut kurang dari 50 cm disebut tanah bergambut (Najiyati dan Muslihat, 2015). Gambut memiliki karakteristik fisika, kimia dan biologi yang spesifik. Sifat iheren bahan gambut diantaranya adalah miskin mineral, rendahnya unsur hara dan pH tanah serta adanya asam organik hasil proses dekomposisi bahan gambut yang bersifat toksik (Sabiham, 2006).

Tanah mineral rawa yang berasal dari endapan marine mengandung senyawa besi sulfida yang disebut pirit. Terdapatnya kandungan pirit di lahan rawa pasang surut seringkali menimbulkan masalah yang sulit untuk diatasi apabila tanah tersebut dibuka untuk pertanian. Senyawa pirit bersifat stabil dalam kondisi tergenang, namun apabila teroksidasi akan menghasilkan keasaman yang tinggi, meningkatnya kelarutan Al, Fe dan Mn yang bersifat toksik. Tingginya konsentrasi Al dan Fe mempengaruhi biokimia tanah. Hanya spesies tanaman dan mikroorganisme yang toleran pada kondisi ini yang dapat survive.

Salah satu faktor yang mempengaruhi ekologi dan biokimia tanah-tanah di lahan rawa adalah proses mikrobiologi. Mikroba mempunyai peranan penting dalam siklus nutrisi dan merupakan bagian penting dalam keseimbangan biologi tanah. Mikroba ada yang hidup di rhizoplane (jaringan akar tanaman), rhizosfer (sekitar perakaran tanaman) dan non rhizosfer (tanah). Populasi, keragaman, pertumbuhan dan aktivitas mikroba salah satunya dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Kondisi lingkungan rawa yang sangat unik dan ekstrim tersebut diduga mempengaruhi populasi, keragaman, pertumbuhan dan aktivitas mikroba.

Hasil-hasil penelitian telah menunjukkan bahwa aplikasi mikroba di lahan pertanian dapat memperbaiki kesuburan tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman. Aplikasi pupuk hayati M-Star yang mengandung mikroba perombak bahan organik, penambat N dan pelarut P sebanyak 15 kg/ha yang dikombinasikan dengan NPK anorganik meningkatkan pertumbuhan jagung manis dan memperbaiki sifat kimia tanah. Pupuk hayati ini juga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan NPK anorganik hingga 50% dan dapat diaplikasikan di lahan sub-optimal seperti lahan sulfat asam (Mukhlis dan Lestari, 2013). Oleh karena itu tulisan ini memaparkan beberapa mikroba potensial terutama yang berperan dalam siklus hara di lahan rawa.

Keunikan Ekosistem Lahan Rawa

Keberadaan mikroba dari suatu tempat ke tempat lainnya sangat beragam. Ekosistem lahan rawa mempunyai kondisi lingkungan yang unik, memungkinkan berpengaruh terhadap pertumbuhan, keragaman flora, fauna dan mikroba di dalamnya. Sebaliknya proses mikrobiologi juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi ekologi dan biokimia tanah-tanah di lahan rawa. Mikroba ada yang tumbuh di air, tanah maupun disekitar perakaran tanaman (*rhizosfer*).

Masing-masing mikroba memiliki sifat-sifat khusus dan kondisi lingkungan optimal yang berbeda-beda. Ada yang hidup pada kondisi asam, dan ada pula yang hidup pada kondisi netral dan basa serta ada yang hidup pada kondisi aerob dan anaerob. Secara umum pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Temperatur

Mikroba mempunyai suhu minimum, optimum dan maksimum untuk pertumbuhannya. Berdasarkan suhu optimum untuk pertumbuhannya mikroba terutama bakteri dibedakan menjadi 3 yaitu psikrofil, mesofil, termofil dan hipertermofil. Suhu optimum untuk pertumbuhan mikroba psikrofil, mesofil, termofil dan hipertermofil masing-masing adalah -5°C - 15°C , 25°C - 45°C , 45°C - 75°C dan 70°C - 100°C . Hasil penelitian Chadirin *et al.* (2016), suhu tanah gambut terbuka tanpa vegetasi adalah 24 - 36°C sehingga mikroba yang adaptif di lahan gambut tergolong mesofil.

Oksigen

Mikroba terutama bakteri menunjukkan variasi oksigen yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Berdasarkan keperluan oksigen yang dibutuhkan maka dapat digolongkan menjadi 5 yaitu aerobik obligat, mikroaerofil, anaerobik obligat, aerotoleran anaerobik dan anaerobik fakultatif. Aerobik obligat hanya bisa tumbuh dengan adanya oksigen, dimana energi yang diperlukan berasal dari respirasi aerobik. Mikroorganisme mikroerofil adalah organisme yang memerlukan konsentrasi rendah oksigen untuk pertumbuhannya (2%-10%), tetapi pada konsentrasi yang lebih tinggi pertumbuhannya terhambat dan energi yang diperlukan berasal dari respirasi aerobik. Anaerobik obligat adalah organisme yang tumbuh pada kondisi tanpa oksigen dan terhambat pertumbuhannya atau mati jika ada oksigen sedangkan energi yang diperlukan

berasal dari respirasi anaerobik atau fermentasi. Aerotoleran anaerobik seperti mikroorganisme anaerobik, tidak dapat menggunakan oksigen untuk transform energi tetapi masih dapat hidup. Energi diperoleh hanya dari fermentasi atau disebut juga sebagai fermentasi obligat. Anaerobik fakultatif adalah organisme yang tumbuh dengan atau tanpa oksigen tetapi pada umumnya tumbuh lebih baik pada kondisi dengan adanya oksigen. Energi yang diperlukan berasal dari respirasi aerobik jika ada oksigen, tetapi berasal dari fermentasi atau respirasi anaerobik jika tidak ada oksigen.

Tingkat ke asaman (pH)

Berdasarkan pH optimum untuk pertumbuhannya mikroorganisme digolongkan menjadi neutrofil (pH 5-8), asidofil (pH <5), dan alkalifil (pH >8,5). pH tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Mikroorganisme acidofilik adalah mikroorganisme yang untuk pertumbuhannya terjadi pada pH <5. Pada pH yang rendah, terutama tanah sulfat asam total populasi mikroba rendah (Panwar, 2015). pH tanah sulfat asam sebelum teroksidasi (bahan sulfidik) berkisar 4,12-7,44, namun setelah teroksidasi berkisar 2,55-3,57 (Lestari, 2016). Pada umumnya pH tanah gambut adalah 3,0-4,5. Menurut Phung dan Liew (2017), bahwa populasi total mikroba di tanah sulfat asam yaitu antara $2-9 \times 10^5$ sel per gram tanah yang diduga karena tingginya unsur toksin yang terlarut seperti Al^{3+} , Fe^{2+} dan Mn^{2+} tinggi sehingga menghambat pertumbuhan mikroba. Pada tanah sulfat asam potensial dengan pH 4,9 total mikroba adalah $8,93 \times 10^5$ sel/gram tanah lebih tinggi daripada tanah sulfat asam aktual dengan pH <3,5, total populasi mikroba $3,69 \times 10^5$ sel/gram tanah.

Vegetasi

Pada tanah sulfat asam, populasi mikroba juga sangat bervariasi tergantung tipe vegetasi yang tumbuh dan praktek pengelolaan tanah (Panwar, 2015). Pada tanah-tanah yang digunakan untuk budidaya tanaman, populasinya lebih tinggi dibandingkan yang diberakan dan yang paling tinggi ada di rhizosfer legume seperti *Stylosanthes* (Phung dan Liew, 2017). Diduga konsentrasi Al^{3+} pada tanah-tanah yang digunakan untuk budidaya lebih rendah dibandingkan yang diberakan sehingga mempengaruhi kelimpahan mikroorganisme. Hasil penelitian Lestari dan Mukhlis (2008), menunjukkan bahwa populasi bakteri pelarut fosfat pada setiap perakaran tumbuhan berbeda. Populasi bakteri pelarut P di perakaran *Melastoma affine* (karamunting), *Stenochlaena polutris*

(kelakai) dan *Citrus suhuensis* (jeruk siam) masing-masing adalah $6,42 \times 10^4$, $6,00 \times 10^4$ dan $55,00 \times 10^4$ sel/g tanah.

Kelembapan

Keragaman agroekosistem yang sangat ekstrim dan kontras maka sangat berpengaruh terhadap populasi dan keragaman mikroba. Kelembapan tanah gambut terbuka tanpa vegetasi adalah $0,204-0,613 \text{ m}^3/\text{m}^3$ *volumetric water content* (Chadiri, 2016). Hadi *et al* (2012) yang meneliti kelimpahan populasi mikroba di lahan gambut tropis mengemukakan bahwa penggunaan lahan, kelembapan tanah berpengaruh terhadap populasi mikroba. Populasi bakteri dan fungi total, selulolitik serta pengoksidasi ammonium dan *denitrifican* tertinggi pada hutan sekunder diikuti pertanaman padi dan pertanaman padi-kedelai yang dirotasi. Hal ini dikarenakan menurunnya kelembapan tanah. Perubahan struktur gambut akibat pembasahan dan pengeringan sangat mempengaruhi heterogenitas distribusi habitat mikroba dan aktivitasnya (Rezanezhad *et al.*, 2016).

Sumber energi dan karbon

Berdasarkan energi yang digunakan maka dibedakan menjadi fototrof (cahaya sebagai sumber energi utama) dan heterotrof (senyawa kimia sebagai sumber energi utama melalui reaksi oksidasi dan reduksi). Berdasarkan sumber karbon yang digunakan mikroba diklasifikasikan sebagai autotrof dan heterotrof. Autotrof hanya memerlukan karbon dioksida sebagai sumber karbon dan dapat mensintesis molekul organik dari nutrient organik. Heterotrof memerlukan karbon organik dan tidak dapat mensintesis molekul organik dari nutrient anorganik. Semua organisme di alam berdasarkan sumber energi dan sumber karbonnya, mikroba dibedakan menjadi fotoautotrof dan fotoheterotrof. Fotoautotrof menggunakan cahaya sebagai sumber energi dan karbondioksida sebagai sumber karbon. Yang termasuk fotoautotrof adalah bakteri fotosintetik (*green sulfur bacteria*), *purple sulfur bacteria*, dan *cyanobacteria*. Fotoautotrof mentransform (mengubah) karbon dioksida dan air menjadi karbohidrat melalui fotosintesis. Fotoheterotrof menggunakan cahaya sebagai sumber energi tetapi tidak dapat mengubah karbon dioksida menjadi energi, tetapi menggunakan senyawa organik sebagai sumber energi. Yang termasuk fotoheterotrof adalah *green nonsulfur bacteria* dan *purple nonsulfur bacteria*.

Menurut Nannipieri *et al.* (2017) bahwa tanah merupakan sebuah sistem yang kompleks dan dinamis. Karakter kimia, fisik dan biologi tanah berbeda dari waktu ke waktu yang dipengaruhi jenis tanah, iklim dan praktek pengelolaannya berubah-ubah sebuah sistem biologi yang dinamis dan kompleks. Oleh karena itu, masing-masing mikroba memiliki sifat-sifat khusus dan kondisi lingkungan optimal yang tidak sama, maka perbedaan karakteristik tanah sebagai mikro habitat mengakibatkan keragaman, populasi dan aktivitas mikroba yang mengkolonisasinya berbeda.

Peranan Mikroba pada Ekosistem Lahan Rawa

Pada ekosistem rawa, mikroba mempunyai peranan yang besar dalam siklus hara seperti siklus C, N, P dan S. Beberapa hara yang diperlukan tanaman berasal dari pelapukan mineral silikat, seperti feldspar, mika dan hornblende memberikan kalsium, magnesium dan potasium, sedangkan apatit merupakan mineral utama sebagai sumber fosfor. Pelapukan mineral oleh bakteri dan fungi memainkan peranan penting dalam siklus ion dan hara tanaman.

Karbon merupakan kunci utama penyusun semua organisme yang hidup. Lahan basah (*wetlands*) termasuk lahan rawa mempunyai peran penting terhadap siklus karbon. Tanaman dan bakteri fototrof mampu memfiksasi karbondioksida dan mengkonversinya menjadi bahan organik. Di dalam tanah, mikroba saprofit mengkonversi bahan organik menjadi karbondioksida melalui respirasi. Proses perombakan bahan organik dengan bantuan mikroba disebut dekomposisi guna mendapatkan energi untuk pertumbuhannya. Mineralisasi bahan organik terjadi ketika degradasi secara sempurna menjadi produk anorganik seperti karbondioksida, amoniak dan air. Di dalam tanah, agen dekomposisi bahan organik adalah bakteri dan fungi. Beberapa genus mikroba ini ada yang mampu mendegradasi bahan organik secara anaerobik (fermentasi) yang menghasilkan senyawa organik dan gas hidrogen dan karbon dioksida. Bakteri yang tergolong *Bacteroidetes* membantu mendegradasi senyawa karbon rekalsitran seperti selulose, lignin dan kitin. Untuk mendukung produksi dan transport enzim ekstraseluler, bakteri ini memerlukan ketersediaan N yang tinggi (Treseder *et al.*, 2011). Sebaliknya bakteri adaptif terhadap kondisi N lingkungan yang rendah, dan memanfaatkan metabolisme senyawa N-organik seperti asam amino (Aislabie dan Deslippe, 2013).

Semua organisme memerlukan nitrogen yang berfungsi sebagai penyusun utama protein dan asam nukleat. Hewan menggunakan nitrogen dari sumber organik, tanaman menggunakan sumber nitrogen anorganik seperti ammonium

dan nitrat atau sumber nitrogen yang relatif depolimerisasi seperti asam amino tunggal (glisin), sedangkan mikroba menggunakan ammonium atau nitrat untuk pertumbuhannya. Salah satu sumber ammonium yang diperlukan oleh tanaman atau mikroba berasal dari dekomposisi bahan organik tanah yang disebut amonifikasi (Aislabie dan Deslippe, 2013). Selanjutnya pada kondisi yang sedikit asam, bakteri nitrifikasi mentransformasi NH_4^+ menjadi nitrit (NO_2^-) (seperti *Nitrosomonas*) yang selanjutnya menjadi nitrat (NO_3^- oleh *Nitrobacter*). Jika nitrat tersedia akan digunakan sebagai akseptor elektron yang pertama digunakan setelah oksigen rendah. Proses ini berlangsung secara anaerobik yang disebut nitrifikasi yang menghasilkan N_2O atau N_2 . Proses lain perubahan nitrogen (N_2) menjadi NH_4^+ yang sangat penting di biosfer adalah fiksasi nitrogen yang dikatalisis oleh enzim nitrogenase.

Fosfor merupakan unsur yang ketersediannya sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Pada kondisi asam fosfor terpresipitasi sebagai AlPO_4 dan FePO_4 , sedangkan pada pH basa sebagai CaPO_4 . Mikroba dapat mentransformasi fosfor melalui dua cara, yaitu secara kimia maupun biologi. Transformasi fosfor dari bahan organik melalui mineralisasi P-organik (terutama terjadi pada ester fosfat), untuk membentuk fosfat anorganik yang dikatalisis oleh enzim fosfatase yang diproduksi oleh beberapa bakteri dan fungi. Enzim ini berperan menghidrolisis anhidrat dari $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, serta bertanggung jawab pada proses mineralisasi P-organik tanah (Lal, 2002 *In* Suliasih dan Rahmat, 2006). Hasil penelitian Poomurugan dan Gopi (2006), menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara aktivitas enzim fosfatase yang diproduksi oleh *phosphobacteria* strain GP02 dan SP03 dengan kapasitas pelarutan fosfat.

Transformasi P dari bentuk P tidak larut menjadi P-larut dapat dimediasi oleh produksi asam organik dari mikroba (Aislabie dan Deslippe, 2013). Mikroba mengekskresikan sejumlah senyawa organik berbobot molekul rendah seperti sitrat, formiat, suksinat, asetat, propionate, butirat dan oksalat (Setiawati *et al.*, 2008). Selanjutnya asam organik ini akan bereaksi dengan unsur pengikat fosfat seperti Al, Fe, Ca dan Mg dengan membentuk kelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat kemudian dapat diserap oleh tanaman (Ginting *et al.*, 2006).

Di dalam tanah, siklus S mempunyai 2 aspek utama yaitu sebagai sumber nutrisi tanaman dan toksin sulfide terhadap tanaman. Tanah sulfat asam yang digunakan untuk budidaya padi seringkali keracunan H_2S . Dalam transformasi sulfur, mikroorganisme mempunyai peran yang penting. Proses transformasi utama yang terlibat dalam siklus sulfur di lingkungan adalah: (i) Mineralisasi

sulfur organik menjadi bentuk anorganik, hidrogen sulfida dan H₂S, (ii) imobilisasi, (iii) oksidasi dan (iv) reduksi. Pada proses mineralisasi, senyawa sulfur organik didekomposisi oleh mikroba menjadi senyawa anorganik yang lebih kecil. Pada proses imobilisasi, mikroba mengabsorpsi sulfat anorganik dan mengkonversinya menjadi bentuk organik untuk sintesis jaringan mikroba (Behera *et al.*, 2014). Pada kondisi lingkungan yang anaerobik SO₄²⁻ direduksi oleh bakteri anaerobik yang menghasilkan bau seperti telur busuk, sebaliknya pada kondisi aerobik, bakteri kemoorganotrof aerobik (seperti *Thiobacillus*) mengoksidasi S²⁻ menjadi S dan selanjutnya menjadi SO₄²⁻.

Kelompok bakteri lain yang secara ekologi sangat penting di lahan rawa adalah metanogen (penghasil CH₄) dan metanotrof (pengoksidasi CH₄). Metanogen mempunyai peranan yang sangat penting dalam emisi metana pada kondisi anaerobik melalui metanogenesis (Pandey *et al.*, 2015). Metana (CH₄) merupakan gas rumah kaca yang sangat penting dalam perubahan iklim karena potensi pemanasannya sekitar 25 kali lebih besar dibandingkan CO₂ (IPPC, 2007). Oksidasi CH₄ oleh bakteri metanotrof menghasilkan CO₂. Metanogen dan metanotrof mempunyai peranan yang sangat penting dalam siklus karbon secara global melalui dekomposisi anaerobik dari bahan organik terhadap lingkungan aerobik (Pandey *et al.*, 2015).

Keragaman mikroba pada ekosistem lahan rawa

Mikroba perombak bahan organik

Karbon merupakan bentuk dasar dari bahan organik. Senyawa lignoselulosa mengandung tiga polimer, yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. (Perez *et al.* 2002). Hidrolisis sempurna senyawa lignoselulosa sebagian besar menghasilkan glukosa. Namun demikian degradasi senyawa lignoselulosa sangat sulit karena struktur kristal dari selulosa (Koesnandar, 2008). Degradasi, dekomposisi dan mineralisasi bahan organik dipacu oleh mikroba heterotrof. Beberapa enzim yang terlibat dalam dekomposisi bahan organik diantaranya adalah *selulase*, *lignoselulase* dan *cytinolytic*.

Selulosa merupakan karbohidrat utama yang disintesis oleh tanaman dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur tanaman. Selulosa merupakan komponen penyusun dinding sel tanaman dan jumlahnya melimpah. Hidrolisis selulosa menjadi glukosa dapat berlangsung secara fisik, kimia maupun biologi. Proses hidrolisis selulosa secara biologi dilakukan oleh enzim selulase. Selulase merupakan enzim yang dapat memutus ikatan glukosida

p-1,4 di dalam selulosa. Enzim ini terdiri dari tiga komponen yaitu endo 1,4 β -glukanase, ekso 1,4 β -glukanase (celobiohidratase) dan β glukosidase yang mampu memecah komponen serat kasar menjadi karbohidrat terlarut (Howard *et al.*, 2003). Endoglukanase memecah selulosa secara acak menjadi selo-oligosakarida. Eksoglukanase memecah selulosa dari rantai ujung non reduksi dengan melepas selobiosa, sedangkan β -glukosidase menghidrolisis selubiosa dan oligosakarida menjadi glukosa yang selanjutnya dapat digunakan sebagai energi, oleh mikroba (Lamid *et al.*, 2010). Enzim selulase dihasilkan oleh beberapa mikroba seperti bakteri, jamur dan aktinomisetes. Aktivitas selulase dari masing-masing isolat bakteri maupun jamur berbeda beda. Wizna *et al* (2007) berhasil mengisolasi dan menguji aktivitas mikroba penghasil selulase dari serasah hutan di Lembah Anai Tanah Datar dan hutan rawa di Pesisir Selatan, Sumatera Barat. Aktivitas selulase Cx dan C1 dari *B. amyloliquefaciens* masing-masing adalah 0,368 dan 0,812 unit ml⁻¹, *B.coagulans* masing-masing adalah 0,488 dan 1200 unit/ml dan *T.harzianum* masing-masing adalah 0,655 dan 0,3070 unit/ml.

Roslan *et al.* (2016) berhasil mengisolasi 4 isolat bakteri pendegradasi lignin dari lahan rawa gambut di Pahang, Malaysia. Keempat isolat tersebut adalah AR3, AR8, AR10 dan AR13 mampu tumbuh pada media M1 yang mengandung lignin, bersifat gram negatif dengan morfologi dan ukuran yang bervariasi dari kecil hingga medium. Warna koloni AR8 dan AR13 translucent, sedangkan AR3 dan AR10 kuning dan pigmen pink. Identifikasi secara molekuler berdasarkan 16s rRNA isolat AR3, AR8 dan AR13 tergolong *Burkholderia* sp, sedangkan AR10 tergolong *Serratia* sp.

Polisakarida lain yang juga melimpah di alam dan merupakan penyusun bahan organik adalah kitin dan pectin. Kedua jenis polisakarida tersebut berada di dalam matrik dinding sel organisme prokariot dan eukariot yang selalu ada di dalam tanah (Manucharova, 2009). Beberapa bakteri seperti *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan *Vibrio* mampu menghasilkan enzim *chitinolytic* atau *chitinoclastic* yang mampu mendegradasi kitin. Pektin didekomposisi pada kondisi anaerobik oleh sejumlah bakteri seperti *Clostridium pectinovorum* dan menghasilkan asam *pectic* dan methanol (Das *et al*, 2006).

Bakteri penambat nitrogen

Penambatan nitrogen (fiksasi nitrogen) adalah proses konversi gas dalam bentuk N₂ menjadi bentuk seperti amoniak atau nitrogen organik oleh enzim *nitrogenase* dari beberapa bakteri atau cyanobakter. Enzim nitrogenase ini

sangat sensitif terhadap oksigen, sehingga untuk aktivitasnya memerlukan kondisi lingkungan dengan konsentrasi oksigen yang rendah. Fiksasi nitrogen ini memerlukan energi cukup besar. Setiap mol N yang difiksasi memerlukan 16 mol ATP. Amonium hasil fiksasi N diasimilasi asam amino dan selanjutnya mengalami polimerisasi untuk membentuk protein.

Bakteri penambat nitrogen dibedakan menjadi penambat nitrogen bebas (*free living organism*) dan simbiotik. Fiksasi nitrogen secara heterotropik diregulasi oleh faktor lingkungan tertentu seperti oksigen, N-tersedia dan karbon sebagai sumber energi (Sahoo and Dhal, 2009). Energi untuk fiksasi nitrogen berasal dari daun dan akar yang didekomposisi oleh mikroflora bukan penambat nitrogen yang mengkolonisasi di lingkungan rawa. Selain itu eksudat akar dari tanaman juga memasok energi yang diperlukan untuk fiksasi nitrogen. Beberapa bakteri penambat nitrogen bebas (non simbiotik) seperti *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Clostridium* dan beberapa metanogen yang mungkin berasosiasi dengan rhizosfer tanaman. Bakteri penambat nitrogen secara simbiotik seperti *Rhizobium*, *Shinorhizobium*, *Mesorhizobium* dan *Frankia*. Laju fiksasi nitrogen secara simbiotik seringkali dua atau tiga kali lebih tinggi dibandingkan simbiotik non simbiotik (Aislabie and Deslippe, 2003)..

Razie (2003) berhasil mengisolasi bakteri penambat N bebas *Azotobacter* sp dari rizosfer padi lahan pasang surut Kalimantan Selatan. *Azotobacter* TB.PDST.2b dan T.HM.BPMT.2b mampu memasok pertumbuhan awal tanaman padi IR-64 masing-masing sebesar 2,34% dan 2,14%. Kemampuan kedua *Azotobacter* tersebut sudah menyamai pasokan N dari pupuk urea sebesar 2,2% N (Razie, 2003). Hasil penelitian Razie dan Anas (2005) isolat *Azotobacter* TB.PDST.2b mampu menghasilkan IAA yang dapat menstimulasi pertumbuhan akar padi varietas IR-64 seperti meningkatnya luas permukaan akar, panjang akar, total panjang akar, bobot kering akar dan perumbuhan akar rambut. IAA yang dihasilkan sebanyak 36,67 ppm pada media tanpa urea dan 25,57 pada media yang ditambah urea.

Martani *et al.* (2001) telah berhasil mengisolasi *Rhizobium* dari akar kedelai tanah sulfat asam Kalimantan Selatan sebanyak 69 isolat dan gambut Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Riau dan Jawa Tengah masing-masing sebanyak 5 isolat, 3 isolat, 3 isolat dan 5 isolat. Diantara isolate-isolat tersebut mempunyai kisaran pH yang luas untuk pertumbuhannya (4-8), toleran keracunan aluminium dan toleran beberapa pestisida seperti deltametrin, paraquat dan carbamat.

Hasil penelitian Sato *et al.* (2009) yang meneliti keragaman bakteri penambat N (diazotropik) menggunakan kloning sekuen gen *nifH* secara langsung dari amplifikasi DNA tanah gambut dan tanah liat berpasir menunjukkan bahwa keragaman dan komposisi filogenetik *nifH* tergantung pada sifat tanah dan tidak berbeda antara rhizosfer dan tanah. Berbeda dengan tanah sulfat asam, keragaman gen *nifH* pada rhizosfer lebih tinggi dibandingkan pada tanah. Dengan demikian dapat disimpulkan, bahwa akumulasi bakteri diazotrof tergantung lingkungannya dan peran lainnya juga berbeda diantara tipe tanah.

Mikroba pelarut fosfat

Tanah-tanah pada lahan rawa kususnya tanah sulfat asam pada umumnya mempunyai pH yang rendah ($\text{pH} \pm 3$), kemampuan yang tinggi dalam memfiksasi fosfor, dan sering muncul gejala defisiensi fosfor pada beberapa tanaman. Pada pH rendah, fosfor difiksasi oleh Al dan Fe. Mikroba pelarut fosfat sangat menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman seperti kedelai (Noor, 2005), jagung (Setiawati *et al.*, 2014), kacang tanah (Prihastuti dan Purwantoro, 2014) karena meningkatkan ketersediaan fosfat yang bisa diserap tanaman. Mikroba yang mampu melarutkan fosfor terfiksasi diantaranya adalah bakteri, fungi dan mikoriza. Kemampuan mikroba dalam melarutkan fosfat tergantung spesies dan medium pengujian. Pada umumnya mikroba pelarut fosfat mempunyai kemampuan melarutkan *tricalcium phosphate* lebih tinggi dibandingkan *rock phosphate* (Panhwar *et al.* 2014). Dengan menggunakan teknik molekuler analisis sekuen gen berdasarkan 16 S rRNA maka Panhwar *et al* (2014) berhasil mengidentifikasi bakteri pelarut fosfat yang diisolasi dari tanah sulfat asam. Isolat-isolat tersebut adalah *Burkholderia thailandensis*, *Sphingomonas pitulosa* dan *Burkholderia spinalis*. Inkubasi selama 2 hari pada medium yang mengandung tricalcium fosfat, kadar P terlarutnya masing-masing adalah 1455 ppm, 142 ppm dan 146 ppm. Mikroba-mikroba tersebut tidak hanya membantu menyediakan fosfat untuk pertumbuhan tanaman, tetapi juga mengekskresikan eksopolisakarida yang dapat meningkatkan pH serta menghasilkan IAA. Jika pH air meningkat sekitar 5, maka Al terpresipitasi sebagai Al-hidroksida yang inert sehingga tidak mengganggu pertumbuhan padi pada kondisi lapangan.

Istina *et al.* (2015) berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri dan jamur pelarut P dari tanah gambut Riau dengan tingkat kematangan sapris. Berdasarkan analisis gen 16S rRNA bakteri dan jamur yang diisolasi

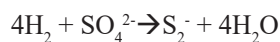
tergolong *Burkholderia gladioli* dan *Penicillium aculeatum*. Selain itu pada umumnya jamur lebih resisten terhadap ke asaman yang tinggi dibandingkan bakteri. *Burkholderia* yang berhasil diisolasi menghasilkan asam oksalat (7,504 ppm), asetat (5,253 ppm), butirat (2,163 ppm), dan laktat (4,338 ppm). Aplikasi *Burkholderia gladioli* dan *Penicillium aculeatum* pada bibit sawit dapat meningkatkan serapan P, kadar hara, bobot kering tajuk dan akar tanaman namun tidak berbeda nyata.

Jamur mikoriza arbuskular membentuk hubungan simbiotik dengan akar tanaman dan memperbaiki serapan fosfat dari dalam tanah. Simbiosis ini didasarkan pada pertukaran nutrisi. Tanaman menerima hara dari tanah yang diserap fungi, sedangkan fungi mendapatkan gula sebagai sumber karbon dari tanaman. Fungi arbuskular mikoriza dan ektomikoriza mengkolonisasi sekitar 80% spesies tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan spora mikoriza di tanah sulfat asam Thailand adalah 0,232 spora per gram tanah. Berdasarkan analisis filogenetik empat OTUs (operational taxonomis units) di peroleh mikoriza yang tergolong *Glomus*, *Acaulospora*, *Entrophospora* dan 1 spora yang tidak terdeteksi dari akar *Widelia* (Higo *et al*, 2011).

Bakteri pereduksi sulfat, pengoksidasi besi dan pirit

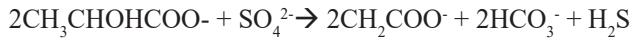
Bakteri pereduksi sulfat termasuk kemoorganotrofik dan tergolong anaerobik obligat. Berdasarkan analisis sekuen rRNA dikelompokkan menjadi 4 group yaitu gram negatif mesofilik, gram positif pembentuk spora, bakteri termofilik dan archaea termofilik. Beberapa genera yang mampu mereduksi sulfat diantaranya adalah *Desulfovibrio*, *Desulfomicrobium*, *Desulfobacter*, *Desulfosarcina*, *Desulfotomaculum*, *Thermodesulfobacterium* dan *Archaeoglobus* (Luptakova, 2007). Berdasarkan proses metabolismenya bakteri pereduksi sulfat, mereduksi sulfat menggunakan substrat organik (laktat, malat dll) gas hydrogen sebagai donor electron dan sulfat sebagai aseptor electron. Menurut Odom dan Singleton (1993), berdasarkan sumber energinya, bakteri pereduksi sulfat digolongkan menjadi 2 tipe respirasi anaerobik yaitu:

- I. Autotrof reduksi sulfat dimana sumber energinya adalah gas hidrogen dan proses reaksi berlangsung beberapa tahap. Secara keseluruhan, proses yang terjadi di ekspresikan menurut persamaan berikut:



II. Heterotrof reduksi sulfat, dimana sumber energinya adalah senyawa organik sederhana (laktat, fumarat, piruvat dan beberapa alkohol). Berdasarkan produk akhir dari oksidasi substrat organik diketahui, bahwa;

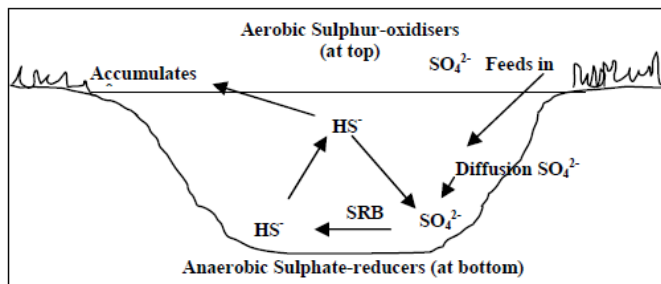
- i. Oksidasi heterotrof tidak lengkap dari substrat organik dengan produk akhir asetat, persamaan reaksinya adalah:



- ii. Oksidasi heterotrof lengkap dari substrat organik dengan produk akhir CO_2 dan H_2O , persamaan reaksi adalah:



Pada proses respirasi anaerobik bakteri pereduksi sulfat menghasilkan hidrogen sulfida (H_2S) kemudian dengan mudah bereaksi di dalam medium air dengan kation logam berat membentuk sulfida yang tidak mudah larut, yang persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



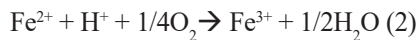
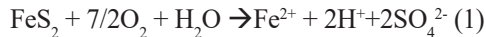
Gambar 1. Skema ilustrasi diagram proses kimia dari sulfur (Dom dan Singleton, 1993).

Berdasarkan Gambar 1, ion sulfat terlarut dan terdifusi ke bagian dasar sistem akuatik, kemudian S^{2-} direduksi oleh bakteri pereduksi sulfat menghasilkan sulfida. Kemudian sulfida yang terbentuk terdifusi ke bagian atas melalui kolom air menuju lapisan permukaan yang selanjutnya dioksidasi oleh mikroorganisme aerobik membentuk S^0 atau SO_4^{2-} . Oleh karena kelarutannya di dalam air rendah maka S^0 terpresipitasi membentuk *yellow crust* pada permukaan air dan dipinggir sistem ini (Luptakova, 2007).

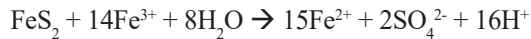
Menurut Koschoreck (2008), bahwa reduksi sulfat dihambat oleh presipitasi metal sulfide dan kompetisi dengan bakteri pereduksi besi. Metal

sulfit yang tidak larut mencegah akses reaktan terhadap sel (Utgikar *et al.*, 2002). Bakteri pereduksi sulfat berkompetisi dengan bakteri pereduksi besi dalam menggunakan donor electron (Stams *et al.*, 2005). Air yang asam seringkali mengandung sulfat dan besi terlarut dengan konsentrasi yang tinggi sedangkan karbon terbatas (Blodau dan Peiffer, 2003).

Pada kondisi aerobik, pirit yang terkandung pada tanah sulfat asam akan teroksidasi. Setiap mol pirit menghasilkan 2 mol ion H^+ dan 16 mol ion H^+ yang masing-masing agen pengoksidasinya adalah oksigen dan Fe^{3+} . Pada awalnya oksidasi pirit oleh molekul oksigen, menghasilkan ion sulfat dan fero (Fe^{2+}) (1). Selanjutnya ion fero (Fe^{2+}) hasil oksidasi pirit bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan Fe^{3+} (2). Pada pH yang rendah reaksi ini dikatalisis oleh *Thiobacillus ferrooxidans* dan laju reaksi meningkat sampai 1000 kali. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pada $pH < 4$, Fe^{3+} dalam kondisi terlarut dan dapat bereaksi dengan pirit sehingga menghasilkan ke asaman yang lebih banyak disekitarnya. Reaksi oksidasi pirit yang menggunakan Fe^{3+} sebagai oksidator adalah:



Menurut Phung dan Liew (2017) *Thiobacillus* ada di tanah sulfat asam terutama tanah sulfat asam potensial dan populasinya menurun akibat pemberian bahan amelioran. Bakteri yang terlibat dalam oksidasi pirit adalah *Thiobacillus ferrooxidans* yang mempunyai pH optimal untuk pertumbuhannya < 4 .

Bakteri metanogen dan metanotrof

Bakteri metanogen merupakan komponen penting dari komunitas bakteri yang hidup di lahan rawa. Bakteri metanogen merupakan bakteri anaerobik obligat yang tidak bisa langsung menggunakan polimer yang mempunyai berat molekul tinggi sehingga tergantung micro organisme lain. Sedikitnya ada tiga kelompok mikroorganisme yang terlibat yaitu bakteri hidrolitik, fermentatif dan asetogenik penghasil H_2 (Inglett, *et al.* 2005).

Madigan dan Martinko (2006) In Reddy and DeLaune (2008) menggolongkan metanogen menjadi 3 tipe, berdasarkan substrat yang diubah menjadi metana (CH_4), yaitu: maka Tipe yang menggunakan CO_2 : CO_2 , CO dan format.

1. Tipe yang menggunakan metil: methanol (CH_3OH), metilamin (CH_3NH_3^+), dimetilamin ($(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+$), trimetilamin ($(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$), metilmerkaptan (CH_3SH), dimetilsulfida ($(\text{CH}_3)_2\text{S}$)
2. Tipe yang menggunakan asetat.

Hasil penelitian Madigan dan Martinko (2006) In Reddy and DeLaune (2008) dengan menggunakan sampel yang terbatas, menunjukkan bahwa beberapa bakteri yang terlibat dalam metanogenesis diantaranya adalah:

1. *Methanobacterium* (substrat yang digunakan adalah CO_2 dan format)
2. *Methanococcus* (substrat yang digunakan adalah CO_2 dan format)
3. *Methanothrix* (substrat yang digunakan adalah asetat)
4. *Methanosarcina* (substrat yang digunakan adalah CO_2 , format, metanol, metilamin dan asetat).

Dalam neraca metana secara global, oksidasi metana oleh mikroba pengoksidasi metana merupakan mata rantai yang sangat penting. Bakteri aerobik yang mampu mengoksidasi metan (*methan oxidizing bacteria*/MOB) dengan oksigen disebut metanotrof. Metan digunakan oleh bakteri tersebut sebagai donor elektron untuk menghasilkan energi dan sumber karbon. MOB mempunyai potensi yang besar menurunkan laju emisi CH_4 dari pertanian padi sawah ke atmosfer (Ferrando dan Tarlera, 2009). Oksidasi CH_4 oleh MOB dikatalisis oleh sMMO (*soluble methane monooxygenase*) dan pMMO (*particulate methae monooxygenase*) (Semrau et al., 2010).

Oksidasi metana terjadi pada interface anaerobik-aerobik dimana oksigen dan metana tersedia : interface tanah-air, tanah rizosfer padi. Oksidasi CH_4 menjadi CO_2 oleh bakteri metanotrof di dalam sawah dapat mencapai 80% dari CH_4 yang diproduksi oleh bakteri metanogen (Conrad dan Rothfus, 1991).

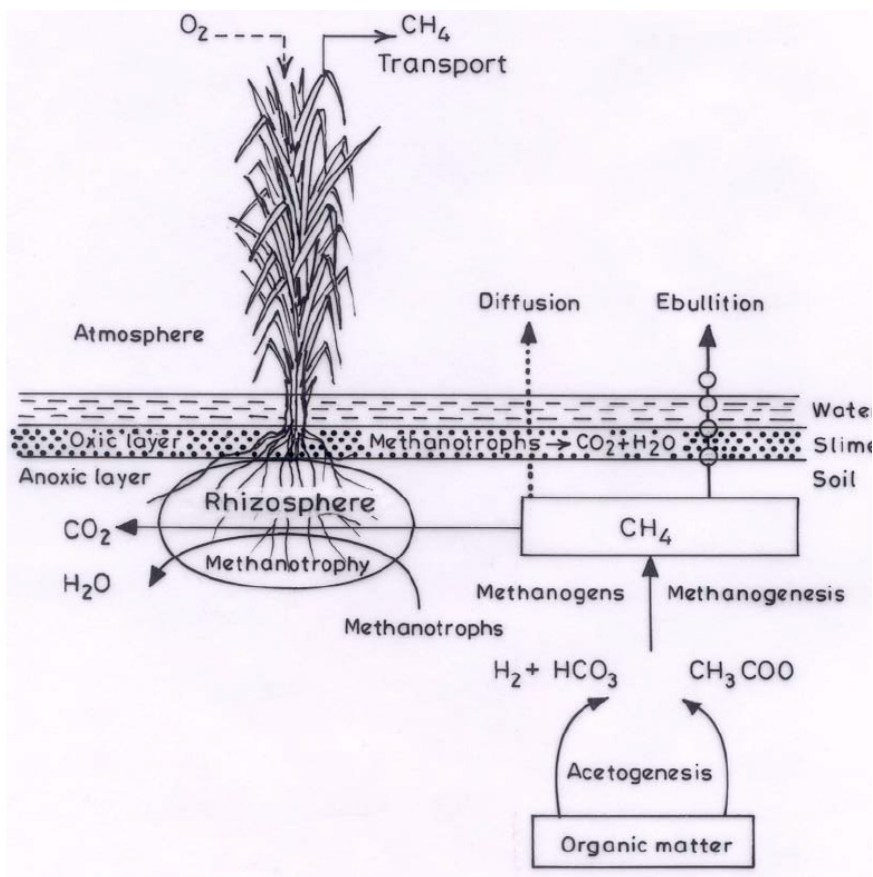
Dubey (2005) membedakan metanotrof menjadi 3 yaitu Type I (γ -Proteobacteria) Type II (α -Proteobacteria) dan Type X. Type I meliputi *Methylomonas*, *Methylocaldum*, *Methylosphaera*, *Methyломicrobium* dan *Methylobacter*. Type II terdiri dari *Methylosystis* dan *Methylosinus*. Sebagian dari *Methylococcus* adalah tergolong Type X. Akhir-akhir ini sebuah bakteri metanotrof acidophilic yang ekstrim dilaporkan tergolong filum Verrucomicrobia, di luar subphyla metanotrof yang sudah ada (Dunfiel et al., 2007).

Metanotrof yang diisolasi dari pertanian padi termasuk genus *Methylocystis* (Takeda et al., 1988 dalam Mer dan Roger, 2001) dan *Methylosynus*.

Metanotrof Type II yang kemungkinan dominan pada petanaman padi karena tipe ini memproduksi *soluble methane-mono-oxygenase* yang mencegah akumulasi NO_2^- yang bersifat toksik terhadap metanotrof dan mempunyai bentuk resistensi yang lebih efisien dari Type I (Le Meret *al.*, 1996).

Oksidasi metana oleh metanotrof diawali oleh enzim *methane monooxygenase* (MMO). MMO mempunyai dua bentuk yaitu sMMO (particulate terikat membran) dan bentuk terlarut yaitu Type II dan Type X (Macinelli, 1995).

Menurut Conrad (1999), masalah yang paling besar adalah energi metabolisme untuk aktivasi molekul CH_4 yang *inert*. Ada dua lintasan utama oksidasi CH_4 yaitu katabolik dan anabolik. Pada lintasan katabolik, metanotrof mengoksidasi metana menjadi CO_2 melalui metanol, formaldehida, dan format yang dikatalis oleh enzim *methana monooxygenase*, *methanoldehydrogenase*, *formaldehyde dehydrogenase* dan *formate dehydrogenase*. Pada lintasan ini energi dilepaskan tetapi karbon tidak menjadi biomasa sel. Lintasan anabolik selanjutnya dibedakan lintasan karbon dari metana bergabung menjadi biomasa sel pada level *formaldehyde*. Asam karboksilat dan asam amino merupakan produk intermediat dari lintasan serine. *Serine transhydroxy-methylase* adalah enzim *initiator*. Selain itu gula phosphoglycerated merupakan produk antara dari lintasan *ribulose monophosphate*. Lintasan RuMP merupakan lintasan cyclic dalam fiksasi diikuti penghancuran dan penyusunan kembali. Metanotrof Type I dan Type X mengikuti lintasan RuMP semetara lintasan serine diikuti oleh metanotrof Type II dan Type X (Hanson dan Hanson, 1996).



Gambar 2. Skema pembentukan metana oleh bakteri metanogen, oksidasi metana oleh bakteri metanotrof dan emisi metana pada tanaman padi (Dubey, 2005).

Pendekatan Statistik untuk Mempelajari Keragaman Mikroba

Keragaman mikroba merupakan salah satu bidang penelitian yang tidak mudah dipelajari, namun sangat diperlukan untuk mengetahui biogeografi, komunitas dan proses ekologi. Metode yang digunakan untuk meneliti komunitas mikroba melibatkan analisis gen, transkripsi atau fragmentasi genom ekstrak asam nukleat dari contoh tanah. Hasil identifikasi secara molekuler berdasarkan 16S rRNA yang kemudian disejajarkan dengan spesies yang ada di Gen Bank menggunakan program BLAST terhadap 4

isolat bacteria asal tanah sulfat asam, menunjukkan 2 isolat tergolong *Bacillus circulans*, 1 isolat *Paenibacillus* dan 1 isolat tidak teridentifikasi (Annisa dan Lestari, 2016).

Keragaman dapat didekati menggunakan pendekatan statistik dengan menggunakan sampel yang sedikit. Akhir-akhir ini analisis statistik menggunakan populasi genetik dan sistematik serta review dataset mikroba untuk memperkirakan kekayaan spesies dan keragaman filogenetik yang tidak berdasarkan perkiraan keragaman perbedaan sekuen. Index pengulangan Simpson's (I/D), uji F, pengelompokan filogenetik dari taxa (uji P) telah digunakan untuk mengamati keragaman yang telah digunakan secara luas untuk mempelajari ekologi. Penggunaan kombinasi pengayaan dan spesies keragaman spesies memberikan informasi yang mendetail mengenai keragaman mikroba (Das *et al.*, 2006).

Rousk and Baath (2007) menggunakan one-way ANOVA untuk menguji kumulatif pertumbuhan dan respirasi bakteri dan jamur. Apabila sebagai ulangan adalah waktu, maka jumlah ulangan ditentukan sebagai $n-2$ (n =perlakuan). Apabila secara statistik nyata maka digunakan uji lanjut menggunakan kontras.

Penutup

Ekosistem lahan rawa merupakan salah satu habitat untuk beberapa mikroba. Mikroba mempunyai peran yang penting dalam siklus hara yang merupakan bagian penting dalam keseimbangan biologi. Beberapa mikroba penting di lahan rawa antara lain mikroba perombak bahan organik, penambat N, pelarut P, pereduksi sulfat, pengoksidasi besi, metanogenik dan metanotrof. Selain mikroba metanogenik, mikroba-mikroba tersebut bermanfaat dalam memperbaiki kesuburan dan produktivitas lahan rawa. Pengetahuan mengenai pola diversitas mikroba dalam habitat alami sangat penting untuk memprediksi respon ekosistem terhadap perubahan lingkungan. Strategi konservasi ekosistem lahan rawa harus mempertimbangkan sifat fisik, kimia dan ekologi yang dapat menjaga produktivitasnya

Daftar Pustaka

- Agus, F. Dan I. G. M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Center (ICRAF). Bogor.
- Aislabie, J. and J. R. Delliye. 2013. Soil microbes and their contribution to soil services. In. Dymond, J. R. (ed). Ecosystem services in New Zeland-condition and trends. Manasaki Whemna Press, Lincoln, New Zeland.
- Annisa, W. dan. Y. Lestari. 2016. Identifikasi bakteri anaerobik asal tanah sulfat asam Kalimantan Selatan dengan analisis sekuensing 16S rRNA. Pengembangan potensi sumberdaya lokal berwawasan lingkungan untuk penguatan produk pertanian nasional berdaya saing global. Proseding Seminar Nasional. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Hlm. 69-76.
- Behera, B. C., R. R. Mishra, S. K. Dutta and H. N. Thatoi. 2014. Sulphur oxidizing bacteria in mangrove ecosystem: A review. *African Journal of Biotechnology*. 13(29):2897-2907.
- Blodau, C and S. Peiffer. 2003. Thermodynamics and organic matter: concentration on neutralization processes in sedimen of highly acidic water. *Appl. Geochem.* 18:25-36.
- Chadirin, Y., S. K. Saptono, Rusdiyanto dan K. Osawa. 2016. Lingkungan Biofisik dan emisi gas CO₂ lahan gambut untuk produksi biomasa berkelanjutan. *Jurnal ilmu Pertanian Indonesia*. 21(2):146-151.
- Conrad, R. 1999. Soil microorganisms oxidizing atmospheric trace gasses (CH₄, CO₂, H₂, NO). *Indian Journal of Microbiology*. 39:193-203.
- Conrad, R and F. Rothfus. 1991. Methane oxidation in the soil surface layer of flooded rice field and the effect of ammonium. *Biol Fertil Soil*. 12:28-32.
- Das, S., P. S. Lyla and S. A. Khan. 2006. Marine microbial diversity and ecology:importance and future perspectives. *Current Science*. 90(10):1325-1335.
- Dubey, S. K. 2005. Microbial ecology of methane emission in rice agroecosystem: a review. *Applied Ecology and Environmental Research*. 3(2):1-27.
- Dunfield, P. F., A. Yuyev, P. Senin, A. V. Smirnova, M. B. Stott, S. Ly. B. Hou, J. H. Saw, Z. Zhou, Y. Ren, J. Wang, B. W. Mountain, M. A. Crowe, T. M. Weatherby, P. L. Bodelier, W. Liesack, L. Feng, L. Wang, and M. Alam. 2007. Methane oxidation by extremely acidophilic bacterium of the phylum Verrucomicrobia. *Nature*. 450(7171):879-882.
- Ferrando, L. and S. Tarlera. 2009. Activity and diversity of metanotrophs in the soil-water interface and rhizospheric soil from a flooded temperate rice field. The Society for Applied Microbiology, *Journal of Microbiology*. 106:306-316.

- Howard, R. L., E. Abotsi, E. L. J. van Resburg and S. Howard. 2003. Review: Lignocellulose biotechnology: issue of bioconversion and enzyme production. *African Journal of Biotechnology*. 2(12):602-619.
- Ginting, C. B., R. Saraswati and E. Husen. 2006. Mikroorganisme Pelarut Fosfat. In. Simanungkalit, R. D. M., D. A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini & W. Hartatik. (editor). Pupuk Organik dan Pupuk hayati. Balai besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Hadi, A., L. Fatah, D. N. Affandi, R. A. Bakar and K. Inubushi. 2012. Population and genetic diversities of bacteria related to nitrous oxide and methane in peat soils of south Kalimantan, Indonesia. *Malaysian Journal of Soil Science*. 16:121-135.
- Hanson, R. and T. E. Hanson. 1996. Methanotrophic Bacteria. *J. Microbiol reviews* 60: 439-471.
- Higo, M., K. Isobe and D. J. Kag. 2011. Molecular diversity and spora density of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in acid sulfate soil in Thailand. *Annals Microbiology*. 61:383-389.
- Inglett, P. W., K. R. Reddy and R. Corstanja. 2005. Anaerobic Soils. Elsevier Ltd.
- Istina, I. N., H. W. Widiastuti, B. Joy and M. Antralina. 2015. Phosphate Solubilizing Microbe from Saprist Peat Soils and their potency to enhance oil palm growth and P uptake. *Procedia Food Science*. 3:426-435.
- Koesnandar, H. and N. Nurhayati. 2008. Recent development in the bioconversion of lignocelluloses into ethanol. *Microbiology Indonesia*. 2(3):101-102.
- Koschorreck, M. 2008. Microbial sulphate reduction at a low pH. *FEMS Microbiol Ecol*. 64:329-342. (Minireview).
- Lamid, M. 2010. Evaluasi pencernaan bahan organik dan serat kasar pada jerami padi menggunakan bakteri selulolitik. Prosiding National Conference on Green Technology for Better Foliar.
- Lal, L. 2002. Phosphate Biofertilizers. Agrotech Publ. Academy, Udupur India. 224 p. In. Suliasih dan Rahmat. 2006. Aktivitas fosfatase dan pelarutan kalsium fosfat oleh beberapa bakteri pelarut fosfat. *Biodiversitas*. 8(1):23-26.
- Le Mer, J., S. Escoffier, C. Chessel, P. A. Roger. 1996. Microbiological aspects of methane emission by rainfield soil from Camargue (France); 2 Methanotrophy and related microflora. *Eur J. Biol*. 32:71-80.
- Lestari, Y dan Mukhlis. 2008. Populasi bakteri pelarut fosfat di tanah sulfat asam potensial. Prosiding Seminar nasional Pengembangan Lahan Rawa. Kerjasama Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Kalimantan Selatan, Banjarbaru, 5 Agustus 2008. 294-299.

- Lestari, Y. 2016. Reklamasi Total dan Ameliorasi Tanah Sulfat asam Potensial Kalimantan selatan untuk Budidaya Jagung. Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Disertasi.
- Luptakova, A. 2007. Importance of sulphate-reducing bacteria in environment. *Nova Biotechnologica*. 8(1):17-22.
- Madigan, M. and J. Martinko. 2006. Brock Biology of Microorganisms. 11th edition. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. In K. R. Reddy and R. D. DeLaune. 2008. Biogeochemistry of Wetlands. CRC Press. New York.
- Mancinelli, R. L. 1995. The regulation of methane oxidation in soil. *Ann. Rev. Microbiol.* 49:581-605.
- Manucharova, N. A. 2009. The microbial destruction of chitin, pectin and cellulose in soils. *Eurasians Soil science*. 42(15):1526-1532.
- Martani, E., S. Margino, D. Indradewa and A. Supriyo. 2011. Isolation and selection of rhizobium tolerant to pesticides and aluminium from acid soils in Indonesia. *J. Trop. Soils*. 16(1):47-54.
- Mer, L. Le, and P. Roger. 2001. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: A review. *Eur. J. Soil Biol.* 37:25-50.
- Mukhlis and Y. Lestari. 2011. Effects of biofertilizer "M-Star" on land productivity and growth of sweet corn in acid sulphate soil of swamp land. *Agrivita*. 3:242-248.
- Najiyati, S dan L. Muslihat. 2015. Seri Pengelolaan Hutan dan Lahan Gambut: Mengenal Tipe Lahan Rawa Gambut. Wetlands international-Indonesia Programme. <http://www.indo-peat.net>. Diakses 16 November 2015.
- Nannipieri, P., J. Ascher, M. T. Ceccherini, L. Landi, G. Pietramellara and G. Renella. 2017. Microbial diversity and soil function. *European Journal of Soil Science*. 68:1-26.
- Noor, A. 2005. Peranan fosfat alam dan kombinasi bakteri pelarut fosfat dengan pupuk kandang dalam meningkatkan serapan hara dan hasil kedelai. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 7(2):4-47.
- Odom, J. M. & J. R. R. Singleton. 1993. The Sulfate-reducing bacteria: Contemporary Perspectives. Springer-Verlag. New York.
- Pandey, A. K., N. Das, M. Kumar, A., S. Rao. 2015. Methanogens in the environment: an insight of methane yield and impact on global climate change. *International Letters of Natural Science*. 37:41-60.
- Panhwar, Q. A., U. A. Naher, U. A. Naher S. Jusop, , R. Othman, M. A. Latif and M. R. Ismail. 2014. Biochemical and molecular characterization of potential phosphate-solubilizing bacteria in acid sulfate soils and their beneficial effects on rice growth. *PLOS ONE*. 9(Issue 10):1-14.
- Perez, J., J. Munoz-Dorado. T. de Is Rubin and Martinez. 2002. Biodegradation and biological treatment of cellulose, hemicelluloses and lignin: an overview. *Int. Microbiology*. 5:53-63.

- Phung, N. T. T. And P. Liew. 2017. Microbiological characteristic of acid sulphate soils: a case study in Ho Chi Minh City environs. www2.alterra.wur.nl/Internet/webdocs/ilri-publicaties/publicaties/Pub53/Pub53-h12.pdf.
- Prihastuti dan Purwanto. 2014. Kajian kegunaan pupuk hayati kemasan untuk kacang tanah di lahan kering asam Lampung.
- IPPC. 2007. Climate change 2007. The physical science basis . In Contribution of working group I to Forth Assesment Report of the Intergovernmental Panel on Climate change (IIP S. Solomon, D. Qin, M. Maning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt (eds). Cambridge, U. K. and New York, N. Y. USA. Cambridge University Press.
- Ponmurugan, P. and C. Gopi. 2006. In vitro production of growth regulators and phosphatase activity by phosphate solubilizing bacteria. *Afri. J. Biotech.* 5(4):348-350.
- Razie, F. 2003. Karakteristik *Azotobacter* spp. dan *Azospirillum* spp dari padi sawah di daerah dataran banjir Kalimantan Selatan dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan awal tanaman padi. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. (Tesis).
- Razie, F. and I. Anas. 2005. Potensi *Azotobacter* spp. dari lahan pasang surut Kalimantan Selatan dalam menghasilkan Indol Acetic Acid (IAA). *Jurnal Tanah dan Lingkungan.* 7(1):35-39.
- Rezanezhed, F., J. S. Price, W. Q. Quinton, B. Lennartz, T. Milojevic and P. V. Cappellen. 2016. Structure of peat soils and implications for water storage, flow & solute transport: A review update for geochemists. *Chemical Geology.* 429:75-84.
- Roslan, M. A. M., N. A. Amirudin, Z. A. Z. Abidin and S. M. Omar. 2015. Isolation of bacteria from the acidic peat swamp forest soil and their lignin degradation potential. *Jurnal Teknologi (Science & Engineering).* 77(24):77-81.
- Rousk, J and E. Baath. 2007. Fungal and bacterial growth in soil with plant materials of different C/N ratios. *FEMS Microbiol. Ecol.* 62:258-267.
- Sabiham, S. 2006. Pengelolaan Lahan Gambut Indonesia Berbasis Keunikan Ekosistem. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap pengelolaan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Sahoo, K and N. K. Dahl. 2009. Potential microbial diversity in mangrove ecosystems:A review. *Indian Journal of Marine Science.* 38(2):249-256.
- Sato, A., T. Watanabe, Y. Unno, E. Purnomo, M. Osaki and T. Shinane. 2009. Analysis of diversity of diazotrophic bacteria associated with the rhizosphere of a tropical Arbor, *Melastoma malabathricum* L. *Microbiol Environ.* 24(2):81-87.
- Semrau, D. J., Dispirto, A. A. and Yoos. 2010. Methanotrophs and Copper. *FEMS. Microbiol Review.*34:446-531.

- Setiawati, T. C. dan P. A. Mihardja. 2008. Identifikasi dan kuantifikasi metabolit bakteri pelarut fosfat dan pengaruhnya terhadap aktivitas *Rhizoctonia solani* pada tanaman kedelai. *J. Tanah Trop.* 13(3):233-240.
- Setiawati, M. R., P. Suryatmana, R. Hindersah, B. N. Fitriatin and D. Herdiyanto. 2014. Karakterisasi isolate bakteri pelarut fosfat untuk meningkatkan ketersediaan P pada media kultur cair tanaman jagung (*Zea mays*, L). *Bionatura Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik.* 16(1):30-34.
- Stams, A. J. M., C. M. Plugge, F. A. M. De Bok, B. H. G. W. van Houten H. Lens P. Dijkman and J. weijma. 2005. Metabolic interaction in mrthanogenic and sulfate-reducing bioreactors. *Water Sci. Technol.* 52:13-20.
- Treseder, K. K., S. N. Kivlin and C. V. Hawkes. 2011. Evolutionary trade-offs among decomposers determine responses to nitrogen enrichment. *Ecology Letters.* 14:933-938.
- Utgikar, V. P. S. M. Harmon, N. Chaudhary, H. H. Tabak, R. Govind and J. R. Haines. 2002. Inhibition of sulfate-reducing bacteria by metal sulfide formation in bioremediation of acid mine drainage. *Environ Technol.* 17:40-48.
- Wizna, H. Abbas, Y. Rizal, A. Dharma and I. Putu Kompiang. 2007. Selection and Identification of Cellulase-Producing Bacteria Isolated from the litter of Mountain and swampy Forest. *Microbiology Indonesia.* 1(3):135-139.

IV PENGELOLAAN LAHAN RAWA UNTUK PERTANIAN

BUDIDAYA TANAMAN PANGAN DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

R. Smith Simatupang, M. A. Susanti, dan Nurita
Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru
Email : rsmith_simatupang@yahoo.co.id

Ringkasan

Bumi/alam diciptakan Tuhan Yang Maha Esa untuk dianugerahkan bagi kehidupan makhluk hidup khususnya bagi umat manusia. Bumi terdiri atas tiga komponen dasar yakni tanah, air dan udara, ketiganya saling berinteraksi dan perlu dikelola sehingga bermanfaat bagi kehidupan. Lahan rawa merupakan lahan basah, yaitu lahan genangan air atau lahan yang mengalami genangan (*water logged*) secara alamiah terjadi terus menerus atau musiman akibat drainase yang terhambat sehingga mempunyai ciri-ciri khusus secara fisika, kimiawi dan biologis. Sesuai dengan kelas kesesuaian lahannya, lahan rawa termasuk dalam kategori lahan yang sesuai bersyarat. Lahan sub-optimal adalah lahan yang memiliki banyak masalah diantaranya masalah air dan karakteristik kimia tanah yang belum memberikan dukungan maksimal terhadap sistem budidaya pertanian. Lahan rawa pasang surut dapat menjadi lumbung pangan pada masa mendatang, karena potensinya sangat luas (20,1 juta hektar) dan peluang pengembangannya sangat mungkin dilakukan. Inovasi teknologi untuk pengembangan lahan rawa pasang surut untuk budidaya tanaman pangan (padi, jagung dan kedelai) sudah tersedia, dan siap diimplementasikan mendukung upaya peningkatan produksi pangan nasional. Pengembangan komoditas padi di lahan tipe luapan A dan B dan di tipe luapan C pada musim hujan, sedangkan komoditas jagung dan kedelai pengembangannya diarahkan di lahan tipe luapan C dan D disebabkan komoditas ini tidak tahan genangan. Berkaitan dengan hal tersebut, maka diperlukan dukungan berupa regulasi atau kebijakan yang dapat mendorong semua pihak, sehingga pengembangan agroekologi lahan rawa untuk pertanian dapat berlangsung dengan baik dalam mewujudkan kemandirian pangan yang berkelanjutan. Tumbuhan sagu (*Metroxylon sagu* Roth.) adalah sejenis tumbuhan palem tropika basah, merupakan tumbuhan asli Indonesia sumber karbohidrat utama. Tumbuhan sagu, hampir semua bagian tumbuhannya bermanfaat: patinya sumber karbohidrat merupakan bahan makanan pokok sebagian masyarakat Indonesia, dapat dijadikan

sebagai bahan diversifikasi pangan. Luas areal sagu di Indonesia mencapai 5,5 juta hektar atau 90% dari total luas areal sagu dunia yakni 6,5 juta hektar. Lahan rawa pasang surut merupakan salah satu lahan yang cocok dan sesuai bagi tumbuhan sagu sehingga berpeluang dikembangkan di lahan ini, karena tumbuhan sagu merupakan salah satu jenis tumbuhan yang dapat memulihkan lahan gambut dari kerusakan. Budidaya tanaman sagu membawa dampak yang sangat positif, karena secara ekologis tumbuhan sagu memiliki kemampuan untuk menyimpan air dan sebagai sumber karbohidrat yang sangat bermanfaat.

Pendahuluan

Alam (bumi) diciptakan oleh Tuhan Yang Maha Esa terdiri atas tiga komponen dasar yakni: tanah, air dan udara. Ketiga komponen tersebut saling berinteraksi dan saling melengkapi sehingga merupakan suatu kesatuan yang utuh, indah dan berguna bagi kehidupan makhluk hidup. Alam diciptakan dan dianugerahkan bagi kehidupan makhluk hidup pada umumnya dan secara khusus bagi umat manusia, sehingga melalui alam diperoleh kehidupan. Tuhan menganugerahkan akal budi (pikiran) dan kebajikan untuk mengelola bumi secara baik dan bijaksana sebagai sumberdaya alam, sehingga diperoleh bahan pangan untuk keperluan hidupnya. Tanah sangat vital perannya bagi semua kehidupan di bumi karena tanah mendukung kehidupan tumbuhan dengan menyediakan hara dan air sekaligus sebagai penopang akar (<https://id.m.wikipedia.org> > wiki > tanah).

Salah satu komponen dasar dari alam/bumi adalah tanah. Tanah dapat diartikan sebagai kumpulan tubuh alam menduduki bagian terbesar daratan planet bumi, mampu menumbuhkan tanaman dan sebagai tempat makhluk hidup lainnya dalam melangsungkan kehidupannya. Tanah mempunyai sifat mudah dipengaruhi oleh iklim, serta jasad hidup yang bertindak terhadap bahan induk dalam jangka waktu tertentu (pengertian-definisi.blogspot.com > define. 2012/8). Dari pengertian ini, tanah memiliki peranan penting untuk menopang kehidupan semua makhluk hidup yang beraktivitas di atasnya. Tanah ditinjau dari segi ilmu pertanian, adalah medium alam tempat tumbuhnya tumbuhan dan tanaman yang tersusun dari bahan-bahan padat, gas, dan cair. Bahan penyusun tanah dapat dibedakan atas mineral, bahan organik, jasad hidup, air dan gas (Jumin, 2005).

Lahan dapat diartikan sebagai lingkungan fisik yang mencakup iklim, relief tanah, hidrologi dan tumbuhan (www.artikelsiana.com/2014/11). Dalam aspek ekonomi dan pertanian, lahan mencakup semua sumberdaya alam

yang dapat dimanfaatkan di bawah, pada, maupun di atas suatu permukaan bidang geografis. Secara umum lahan dapat dibedakan atas lahan basah dan lahan kering. Lahan basah (*wetland*) adalah lahan yang mengandung air atau wilayah dimana tanahnya jenuh dengan air (*saturated*) selama beberapa waktu tertentu., atau dataran yang selalu digenangi air. Sedangkan lahan kering (*dryland*) adalah lahan yang digunakan untuk usaha pertanian dengan menggunakan air secara terbatas, biasanya tergantung dengan curah hujan.

Lahan rawa adalah lahan yang dikategorikan sebagai lahan basah dan dibedakan atas lahan rawa pasang surut dan lahan rawa lebak. Untuk menyamakan pemahaman/persepsi tentang lahan rawa, maka perlu diketahui definisi lahan rawa. Lahan rawa adalah lahan genangan air atau lahan yang mengalami genangan secara alamiah terjadi terus menerus atau musiman akibat drainase yang terhambat sehingga lahan rawa ini mempunyai ciri-ciri khusus secara fisika, kimiawi dan biologis. Menurut Subagyo (2006), lahan rawa adalah lahan yang sepanjang tahun, atau selama waktu yang panjang dalam setahun, selalu jenuh air (*saturated*) atau tergenang (*water logged*) air dangkal. Berdasarkan definisi tersebut, maka lahan rawa adalah lahan yang hampir sepanjang tahun digenangi oleh air (mengalami genangan/tergenang), sehingga masalah air pada kawasan ini merupakan masalah dan kendala utama yang menjadi faktor pembatas dalam pengembangan lahan rawa ini untuk pembangunan pertanian. Pengelolaan air merupakan sesuatu yang paling utama dan merupakan kunci sukses/keberhasilan dalam pemanfaatan lahan rawa untuk pembangunan pertanian tanaman pangan. Langkah utama pada pemanfaatan lahan rawa adalah diawali kegiatan reklamasi lahan supaya air dapat dikelola baik secara makro maupun secara mikro untuk mendukung sistem pertanian (Alihamsyah *et al.*, 2003).

Berdasarkan kondisi hidrotopografi lahannya faktor yang mempengaruhi terjadinya genangan, sumber air dan pola genangan akan mempengaruhi agroekologi lahannya sehingga lahan rawa dapat dibedakan atas dua tipologi lahan, yakni: (1) lahan rawa pasang surut, dan (2) lahan rawa lebak. Lahan rawa pasang surut adalah kawasan lahan dimana genangan atau rezim airnya dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut, baik langsung (*direct tide*) maupun tidak langsung (*indirect tide*). Sedangkan lahan rawa lebak adalah kawasan lahan yang hidrotopografinya berbentuk cekungan dan sumber air yang menggenangi lahan diperoleh dari curah hujan yang dikirim dari kawasan daerah aliran sungai (DAS) yang terdapat disekitarnya.

Pengembangan pertanian untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat dan untuk mendukung sistem perekonomian pedesaan dan nasional dilakukan tidak saja pada lahan-lahan subur yang potensial, tetapi juga dilakukan pada lahan-lahan sub-optimal yang memiliki prospek dan peluang dikembangkan untuk mendukung sektor pertanian pada masa mendatang. Lahan sub-optimal diantaranya adalah lahan rawa. Secara tradisional dengan pengetahuan penduduk yang sederhana (*indigenous knowledge*) masyarakat telah memanfaatkan, mengelola dan mengembangkan lahan rawa untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Pengelolaan lahan dilakukan menggunakan teknologi sederhana dengan kearifan lokalnya (*local wisdom*) yang ramah lingkungan serta berkelanjutan.

Slogan “ Rawa Lumbung Pangan Masa Datang ” telah dikumandangkan oleh Badan Litbang Pertanian melalui Pekan Pertanian Rawa Pertama (PPRN I) tahun 2011 di Banjarbaru Kalimantan Selatan. Slogan ini menjadi sumber inspirasi bahwa lahan rawa memberikan harapan dan prospek sebagai pemasok pangan di masa datang. Untuk mencapai maksud tersebut, pemanfaatan lahan rawa pasang surut dan rawa lebak untuk pertanian khususnya tanaman pangan, pengelolaannya dilakukan secara terencana dengan baik, tepat serta penerapannya secara holistik. Berbagai inovasi teknologi pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut sudah tersedia, namun penerapannya masih dilakukan secara parsial sehingga produktivitasnya belum maksimal (Alihamsyah *et al.*, 2003).

Selama satu dekade (2004 s/d 2013) pada Era Kabinet Indonesia Bersatu (KIB) tahap I dan II peningkatan produksi pangan rata-rata 3,14%, namun masih tetap dilakukan upaya meningkatkan produktivitas dan produksi pangan untuk mengimbangi laju pertumbuhan penduduk sekitar 1,49%. Salah satu dari Empat Sukses Program Kementerian Pertanian RI, adalah untuk meningkatkan produktivitas dan produksi padi sehingga tercapai swasembada dan ketahanan pangan nasional secara merata dan berkelanjutan (Suswono, 2014). Pada Era Pemerintahan Kabinet Kerja, sejak tahun 2014 komitmen politik pemerintah semakin kuat untuk mencapai swasembada pangan terhadap tiga komoditas tanaman pangan, yakni padi, jagung dan kedelai, untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan melalui program Upaya khusus (UPSUS) peningkatan produksi padi, jagung dan kedelai (Pajale).

Tulisan ini membahas tentang budidaya tiga komoditas utama yaitu: padi, jagung, dan kedelai di lahan rawa pasang surut. Selain itu, dibahas juga tentang

tumbuhan rawa yang berpotensi sebagai komoditas pangan dalam mendukung diversifikasi pangan, yakni tumbuhan rumbia/sagu (*Metroxylon sagu*).

Pengelolaan Lahan Rawa Pasang Surut untuk Tanaman Pangan

Pengelolaan lahan merupakan tindakan yang dilakukan untuk mengelola lingkungan abiotik dan biotik yang berkaitan dengan daya dukung lahan terhadap kehidupan dan kesejahteraan manusia. Pengelolaan lahan bertujuan untuk mengelola sumberdaya lahan sehingga dapat memberikan manfaat yang maksimal bagi kehidupan. Pengelolaan lahan pertanian adalah segala tindakan dan/atau perlakuan yang dilakukan pada suatu lahan untuk menjaga dan meningkatkan produktivitasnya dengan mempertimbangkan kelestariannya. Ada tiga tujuan utama pengelolaan lahan, yakni: (1) mengatur dan memanfaatkan sumberdaya lahan pertanian secara optimal untuk memenuhi kebutuhan pangan, (2) mendapatkan hasil maksimal, dan (3) mempertahankan kelestarian sumberdaya lahan (*cybex.pertanian.go.id/msteri penyuluhan 11 Nop 2014*)

Pengelolaan lahan (*land management*) pada tulisan ini dimaksudkan untuk menyampaikan dan menjelaskan upaya-upaya yang sudah dan/atau yang akan dilakukan terkait dengan pemanfaatan dan pengelolaan lahan rawa untuk pertanian dalam mendukung terciptanya kemandirian pangan nasional secara berkelanjutan. Pengelolaan lahan dimaksud adalah suatu upaya untuk memaksimalkan pemanfaatan lahan dan meningkatkan produktivitas komoditas strategis, yaitu: padi, jagung dan kedelai (Pajale). Untuk mencapai kemandirian dan ketahanan pangan nasional serta swasembada pada ke tiga komoditas pangan tersebut, Pemerintah melalui Kementerian Pertanian berkomitmen untuk meningkatkan produktivitas dan produksi Pajale, yakni melalui program Upaya Khusus peningkatan produksi (UPSUS Pajale), yang ditetapkan berdasarkan Permentan No.03/Permentan/OT.140/2/2015, yang diimplentasikan dan dilaksanakan di seluruh wilayah nusantara.

Telah banyak penelitian yang dilakukan Badan Litbang Pertanian dan menghasilkan inovasi teknologi yang dapat dikembangkan. Penerapan inovasi teknologi secara tepat dan benar akan mendorong upaya peningkatan produktivitas lahan rawa pasang surut. Ke depannya, diharapkan lahan rawa pasang surut dapat memberikan kontribusi yang lebih nyata terhadap produksi pangan nasional.

Budidaya padi

Produksi dan prospek pengembangan padi

Padi (*Oryza Sativa* L) adalah komoditas yang sangat strategis utama di Indonesia, hampir 100% bangsa Indonesia mengkonsumsi beras, menjadi bahan makanan pokok utama dan beras harus tersedia sepanjang tahun. Masalah beras sangat erat kaitannya dengan keamanan dan stabilitas sosial politik nasional. Rawan pangan akan mempengaruhi ketertiban serta keamanan nasional, oleh karena itu pemerintah terus berusaha meningkatkan produksi padi nasional melalui berbagai program.

Kebutuhan beras nasional selama satu dekade (2004 s/d 2014), meningkat dari 30,32 juta ton menjadi 31.70 juta ton dengan laju peningkatan sekitar 0,44 % (Syahyutiberas. *blogspot.com* 19 Maret 2015). Ke depan sesuai dengan prediksi peningkatan jumlah penduduk diperkirakan sekitar 1,3% per tahun dengan tingkat konsumsi 134 kg/kapita, maka untuk kebutuhan pangan nasional akan terus meningkat dan diperkirakan pada tahun 2015 dibutuhkan sebesar 34,36 juta ton setara beras (Ditjen Tanaman Pangan, 2011). Lebih lanjut pada tahun 2025 diproyeksikan penduduk Indonesia mencapai 296 juta jiwa dan kebutuhan beras nasional meningkat sekitar 41,5 juta ton setara beras (Simarmata dan Yuwariah, 2007). Perkembangan terakhir tahun 2016 sesuai dengan data Biro Pusat Statistik (BPS), produksi padi nasional telah mencapai 79,14 juta ton gabah kering giling (GKG) merupakan angka produksi padi tertinggi yang pernah dicapai. Atas keberhasilan peningkatan produksi ini, maka Indonesia pada tahun 2016 tidak impor beras (Anto Kurniawan, Kamis 29 Desember 2016: <https://www.bps.go.id> >brs > view).

Produksi padi nasional utamanya diperoleh dari lahan-lahan subur beririgasi, di antaranya lahan-lahan di pulau Jawa memberikan kontribusi terbesar terhadap produksi padi nasional yakni sekitar 60,2%, namun cenderung menurun (www.litbangpertanian.go.id) dan luas lahan sawah sekitar 3,4 juta hektar (finance.detik.com/berita.ekonomi.bi..). Hanya mengandalkan lahan sawah dan produksi padi di pulau Jawa, kebutuhan pangan nasional masih belum terpenuhi. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional lahan-lahan di luar Jawa seperti di pulau Sumatera, Sulawesi, Kalimantan dan pulau lainnya diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pencapaian kebutuhan pangan nasional. Ketahanan dan kemandirian pangan nasional, tidak akan tercapai apabila hanya mengandalkan lahan-lahan dan produksi padi di lahan sawah irigasi saja.

Oleh karena itu, lahan rawa pasang surut (lahan sub-optimal) merupakan lahan sumber pertumbuhan baru dapat dijadikan sebagai lumbung pangan pada masa mendatang (Alihamsyah *et al.*, 2003).

Lahan rawa pasang surut sudah dikembangkan oleh masyarakat suku Banjar, Melayu dan Bugis sebagai lahan pertanian dan sudah berlangsung sejak ratusan tahun yang lalu (Noor dan Watson, 1984; Noorsyamsi *et al.*, 1984). Pengelolaannya dilakukan secara tradisional, didasari pengetahuan lokal (*Indegeneus knowledge*) dan kearifan lokal (*local wisdom*) masyarakat, dan masih terbatas untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat yang bermukim di sekitar kawasan lahan ini. Produktivitas padi yang ditanam masih rendah yakni sekitar 1,5-2,5 t GKG/ha. Umumnya, petani menanam padi varietas lokal bersifat fotoperiod sensitif dan berumur panjang sekitar 9-10 bulan, sehingga pola tanam yang dapat dikembangkan hanya satu kali dalam setahun (Noor dan Watson, 1984; Norsyamsi *et al.*, 1984; Sarwani dan Thamrin, 1994).

Teknologi budidaya padi

a. Varietas

Varietas padi lokal merupakan varietas yang paling adaptif dan cocok dikembangkan di lahan rawa walaupun produktivitasnya sangat rendah. Varietas padi lokal merupakan preperensi bagi penduduk lokal karena rasa nasinya enak dan sesuai dengan lidah penduduk lokal. Namun demikian, varietas padi lokal tidak menjadi varietas pilihan untuk mendukung usaha peningkatan produksi padi nasional disebabkan produktivitasnya yang sangat rendah (Rina dan Koesrini, 2016). Untuk mendapatkan produksi yang tinggi serta mendukung upaya peningkatan produksi pangan nasional, salah satunya adalah menggunakan varietas unggul baru yang produktivitas tinggi. Cekaman kemasaman tanah menjadi salah satu penyebab terbatasnya varietas unggul yang dapat dikembangkan di lahan rawa pasang surut terutama pada lahan sulfat masam.

Pemilihan varietas yang sesuai, tepat, toleran dan adaptif merupakan upaya untuk menghindari masalah yang akan dihadapi dalam sistem usahatani padi di lahan rawa pasang surut. Pemilihan varietas padi yang tahan atau toleran terhadap cekaman kemasaman tanah merupakan usaha untuk meningkatkan produktivitas dan produksi tanaman. Oleh karena itu, diperlukan cara-cara yang bijak dan tepat untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Beberapa varietas padi unggul baru yang sudah diintroduksi untuk lahan rawa diantaranya adalah varietas padi Inpara (Inbrida padi rawa), antara lain: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan varietas unggul lainnya yakni Mekongga dan Ciherang. Hasil uji adaptasi terhadap padi varietas Inpara 3, 4, 6, 8 dan 9 tergolong baik di lahan tipe luapan air B, sedangkan varietas Inpara 1 dan 4 tergolong cukup baik di lahan tipe luapan air C. Hasil uji preferensi terhadap morfologi tanaman dan uji rasa nasi menunjukkan semua responden cukup suka-suka terhadap varietas Inpara (Saleh *et al.*, 2016).

b. Persemaian

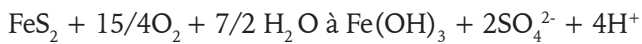
Semai adalah bahan tanam (bibit), meruakan tahap awal dalam proses bercocok tanam padi. Untuk mendapatkan tanaman yang sehat, diperlukan bahan tanam atau bibit yang sehat, oleh karena itu perlu semai dipersiapkan sedemikian rupa. Cara membuat persemaian yang sehat dapat dilakukan dengan dua cara yakni persemaian kering dan persemaian basah. Ke dua cara ini perbedaannya adalah kondisi lahan tempat persemaiannya ada yang kering dan ada yang basah saat menyemai. Cara membuat persemaian: siapkan lahan berbentuk bedengan lebar 1,5 m, tinggi 10-15 cm dan panjangnya disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk 5 kg benih diperlukan luas bedengan sekitar 15 m². Kebutuhan benih per hektar areal tanam beragam tergantung dengan sistem tanam yang diterapkan, yakni antara 10 – 20 kg (*bbpadi.litbang.pertanian.go.id/ind...* 16 Des 2016).

c. Sistem tanam dan populasi tanaman

Jumlah populasi tanaman sangat mempengaruhi terhadap hasil tanaman yang diperoleh. Sistem tanam dan jarak tanam berpengaruh terhadap jumlah populasi tanaman per hektar, oleh karena itu diperlukan pengaturan sistem dan jarak tanam. Ada dua sistem tanam padi yang dikembangkan di lahan rawa pasang surut, yaitu (1) sistem tegel dengan jarak tanam: 20 cm x 20 cm, 22 cm x 22 cm; dan 25 cm x 25 cm, dengan jumlah populasi tanaman masing-masing 250.000, 206.000 dan 160.000, dan (2) sistem jarak legowo, yakni Legowo 2:1 dan Legowo 4:1. Sistem tanam dan jarak tanam yang mana akan diterapkan tergantung dengan kesiapan lahannya dan ketersediaan tenaga kerja.

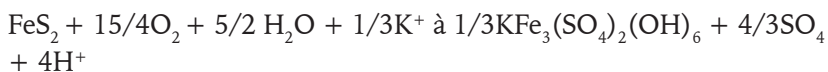
d. *Penyiapan lahan dan pengelolaan air*

Penyiapan lahan adalah kegiatan yang dilakukan paling awal dalam sistem usahatani. Sesuai karakteristik lahan rawa pasang surut, maka sistem penyiapan lahannya juga tidak dapat disamakan dengan sistem penyiapan lahan di lahan irigasi. Lahan rawa pasang surut merupakan lahan sub-optimal atau lahan bermasalah. Salah satu masalah yang erat dengan sistem penyiapan lahan adalah ditemukannya lapisan pirit (FeS_2) pada lapisan tanah yang apabila terusik dan terangkat ke permukaan tanah akan mengalami oksidasi dan menghasilkan asam-asam dan senyawa yang mengandung racun. Proses oksidasi merupakan reaksi kimia yang berlangsung sebagai berikut (Dent, 1986; Widjaya-Adhi *et al.*, 1992; Subagyo, 2006):



Pirit Oksigen Besi III (koloidal) asam sulfat

Lebih lanjut pada kondisi oksidasi yang sangat kuat, misalnya oleh air tanah yang turun terlalu dalam, atau terbuka, oksidasi pirit akan menghasilkan mineral jarosit yang tampak sebagai karatan-karatan berwarna kuning jerami, dan sangat masam, biasanya gambaran jarosit jelas terlihat pada pinggir saluran, reaksinya sebagai berikut (Dent, 1986; Widjaya-Adhi *et al.*, 1992; Subagyo, 2006):

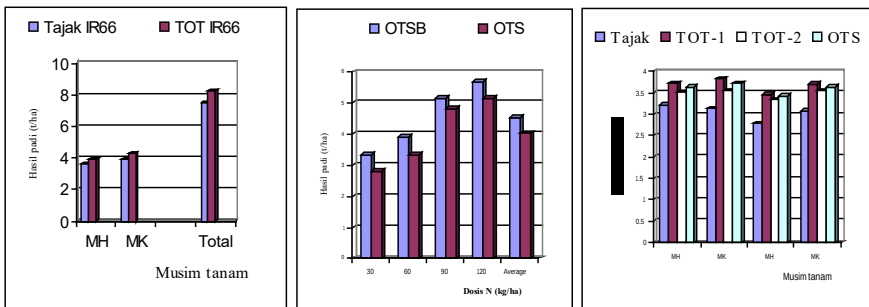


Pirit Oksigen Jarosit Asam sulfat

Hasil oksidasi yang akan diperoleh, adalah (1) meningkatnya kemasaman tanah sehingga pH tanah menjadi $< 4,0$, dan (2) berakibat munculnya keracunan besi pada tanaman padi. Oleh karena itu diperlukan teknologi penyiapan lahan yang dapat mengeliminir terjadinya oksidasi pirit ini.

Sistem penyiapan lahan yang direkomendasikan untuk dilakukan di sawah pasang surut, adalah sistem olah tanah konservasi (OTK). Olah tanah konservasi adalah sistem olah tanah yang mengacu kepada prinsip konservasi terhadap sumberdaya lahan, dapat mengendalikan laju berlangsungnya degradasi lahan, memanfaatkan biomassa gulma secara *in-situ* sebagai sumber bahan organik dan sumber unsur-unsur hara N, P dan K sebagai nutrisi bagi tanaman (Simatupang, 2007). Sistem olah tanah konservasi yang dapat dikembangkan di lahan rawa pasang surut ada tiga cara, yakni: (1) sistem tradisional dengan menggunakan tajak,

merupakan kearifan lokal yakni tajak-puntal-balik-ampar, (2) penyiapan lahan tanpa olah tanah (TOT) menggunakan herbisida (Simatupang *et al.*, 2000), dan (3) sistem olah tanah sempurna bersyarat (OTSB). Ketiga sistem penyiapan lahan tersebut memperlihatkan kinerja yang mendukung budidaya padi. Berdasarkan hasil penelitian, hasil padi terlihat melalui Gambar 1 (Simatupang, 2005; Simatupang dan Nurita, 2013).



Gambar 1. Hasil padi pada beberapa sistem penyiapan lahan di lahan sulfat masam (TOT=tanpa olah tanah; OTS = Olah tanah sempurna; OTSB = olah tanah sempurna bersyarat) (Dok. Simatupang, 2013)

e. *Ameliorasi tanah*

Secara umum karakteristik atau kondisi tanah di lahan rawa pasang surut belum dapat mendukung pertumbuhan tanaman padi secara maksimal disebabkan tingkat kemasaman tanah yang sangat tinggi ($\text{pH} < 4,0$). Tingkat kemasaman tanah yang tinggi menyebabkan banyak unsur-unsur hara esensial seperti P dan K menjadi kurang tersedia bagi tanaman, sehingga tanaman kekurangan unsur hara P dan K. Untuk memperbaiki kondisi lahan seperti ini, diperlukan teknologi, yakni melalui ameliorasi tanah. Ameliorasi tanah adalah upaya atau cara yang dilakukan untuk memperbaiki atau membenahi sifat kimia tanah dengan cara memasukkan bahan amelioran ke dalam tanah. Melalui cara ini karakteristik tanah dapat diperbaiki atau dirubah menjadi lebih baik sehingga daya dukungnya serta produktivitasnya meningkat. Salah satu contoh adalah meningkatnya pH tanah, maka unsur-unsur hara makro seperti hara P dan K di dalam tanah akan meningkat ketersediaannya.

Beberapa jenis bahan amelioran yang dapat digunakan adalah kapur, dolomit, pupuk kadang, kompos berasal dari biomassa gulma, jerami padi

dan sumber-sumber bahan organik lainnya juga dapat digunakan sebagai bahan amelioran (Simatupang, 2003; Simatupang dan Indrayati, 2005). Pemberian kompos biomassa gulma sebanyak 6,0 t/ha pada lahan sulfat masam dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah dari 7,55 menjadi 9,38%, P-tersedia dari 8,8 menjadi 43,4 ppm P dan K dapat ditukar dari 0,41 menjadi 0,59 me/100 g, sehingga memberikan efek residu untuk pertanaman pada musim berikutnya (Jumberi *et al.*, 1998; Simatupang, 2006; Simatupang dan Indrayati, 2007).

Pemanfaatan biomassa gulma purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dalam bentuk kompos dan bokashi yang diberikan ke dalam tanah dapat membenahi beberapa sifat kimia tanah sulfat masam, ditandai dengan meningkatnya kandungan C-organik tanah, P-tersedia, K_{dd}, Ca_{dd} dan Mg_{dd} serta dapat menurunkan kadar Al_{dd} dan Fe-total, serta memberikan efek residu. Meningkatnya kandungan unsur-unsur hara makro tanah diikuti dengan menurunnya kandungan unsur-unsur toksik (Al dan Fe), akan meningkatkan produktivitas tanah sehingga daya dukung lahan terhadap tanaman akan menjadi lebih baik yang pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas lahan dan tanaman (Aribawa, 2002; Simatupang dan Indrayati, 2003; Simatupang, 2007).

Pengelolaan bahan organik dengan cara memanfaatkan biomassa gulma dan sisa tanaman (jerami padi) secara *in-situ* merupakan suatu proses siklus hara tertutup (*closed nutrients cycle proces*). Proses yang berlangsung di dalam tanah dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan unsur-unsur hara esensial baik makro dan mikro yang berguna bagi tanaman (Stoskopf, 1981; Simatupang dan Indrayati, 2004).

Suriadikarta dan Abdurrachman, (2000) melaporkan hasil penelitian di lahan sulfat masam bahwa pemberian kapur dan gulma purun tikus ke dalam tanah dapat mempertahankan stabilitas tanah sulfat masam dari perubahan sifat kimia tanah, mempunyai daya serap yang tinggi terhadap unsur besi sehingga kadar besi menurun dan juga dapat menurunkan sulfat. Oleh karena itu, gulma purun tikus dapat digunakan sebagai pembenah tanah (bahan amelioran) karena dapat memperbaiki sifat kimia tanah sulfat masam.

f. Pemupukan

Kebutuhan unsur-unsur hara bagi tanaman diperoleh dari dalam tanah, namun ketersediaan unsur hara di dalam tanah sangat bervariasi dan belum mencukupi jumlah kebutuhan bagi tanaman yang dibudidayakan. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan unsur hara dilakukan pemupukan.

Pupuk adalah bahan yang dimasukkan ke dalam tanah untuk memperbaiki dan meningkatkan kesuburannya. Pemupukan adalah cara yang dilakukan untuk memperbaiki atau meningkatkan kesuburan tanah, mensuplai unsur-unsur hara (makro maupun mikro) yang diperlukan oleh tanaman sehingga kebutuhannya tercukupi untuk mendukung pertumbuhannya.

Metode pemupukan tergantung dengan jenis dan kondisi tanah, jenis pupuk (padat dan cair). Penetapan dosis pupuk dapat menggunakan Perangkat Uji Tanah Rawa (PUTR). Saat ini telah ditemukan inovasi teknologi pemupukan untuk tanaman padi di lahan rawa pasang surut yakni menggunakan DSS (*Decision Support System*). DSS adalah sebuah perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk membantu menetapkan rekomendasi pemupukan padi di lahan rawa dengan cepat dan akurat. Pemupukan tanaman padi menggunakan metode DSS ini dapat mengefisienkan penggunaan pupuk N, P dan K sekitar 30-58%/ha/musim. Perangkat lunak ini dapat diakses melalui Website Balittra: [Balittra/http://pertanian.rawa.info/rawa_app/rawa_dss_app/index.php](http://pertanian.rawa.info/rawa_app/rawa_dss_app/index.php) (Fahmi *et al.*, 2015.;Alwi dan Fahmi, 2016).

g. Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman padi pada sistem usahatani padi di lahan rawa pasang surut, meliputi kegiatan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), yakni gulma, hama dan penyakit tanaman. Semua kegiatan pemeliharaan disesuaikan dengan kondisi perkembangan gulma, serangan hama dan penyakit tanaman di areal pertanaman padi.

Persaingan antara gulma dengan tanaman dapat menurunkan hasil padi sampai 72,4%. Oleh karena itu gulma harus dikendalikan pertumbuhannya. Pengendalian gulma dilakukan dengan dua cara, yakni cara manual sebanyak 2 kali dan menggunakan herbisida. Pengendalian gulma dilakukan sesuai perkembangan gulma di areal pertanaman padi, atau setelah penutupan gulma lebih dari 25% (Simatupang *et al*, 2015). Pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan dengan mengacu kepada konsep pengendalian hama terpadu (PHT).

Budidaya jagung

Produksi dan prospek pengembangan jagung

Jagung (*Zea mays* L) termasuk salah satu komoditas pangan strategis ke dua dalam sistem pertanian di Indonesia. Jagung memiliki peranan penting

di dalam sistem perokonomian nasional dan dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak dan berbagai produksi olahan seperti: makanan ringan (*snack food*), minyak jagung, pelapis kertas, farmasi dan produk industri berbasis jagung (Rusastra *et al.*, 2004; Santoso, 2014). Produksi jagung nasional cenderung meningkat setiap tahunnya sejalan dengan peningkatan luas tanam, namun masih belum mencukupi kebutuhan jagung nasional sehingga harus dilakukan impor.

Pada tahun 2013, produksi jagung nasional mencapai 18,51 juta ton di atas kebutuhan nasional, tetapi impor jagung tetap dilakukan untuk mengisi stok jagung nasional (BPS, 2013 *dalam* Santoso, 2014; Suswono, 2014). Pada tahun 2014 periode Januari-April impor jagung mencapai 699.425 ton (*Hurhayat-detikFinance: 3 Juni 2014*). Pada tahun 2015 periode yang sama impor meningkat menjadi satu juta ton (Irene Agustine, 13 Januari 2015 *m.bisnis.com/industry/ro*). Budidaya jagung umumnya dilakukan di lahan kering, luasnya mencapai 3,82 juta hektar, tingkat produktivitas 4,84 ton/ha pipilan kering (Suswono, 2014). Perkembangan produksi jagung nasional, produksi tahun 2016 dikatakan lebih dari cukup untuk memenuhi kebutuhan industri pakan dan diprediksi surplus 1,3 juta ton (www.republika.co.id > Home > Kementan > Kementan, 28 Juni 2016). Meskipun demikian, upaya peningkatan produksi jagung tetap dilakukan, salah satunya diarahkan pada lahan rawa pasang surut yang potensi lahannya cukup luas dan sebagian lahannya dapat dimanfaatkan mendukung program ekstensifikasi untuk budidaya jagung.

Lahan rawa pasang surut, terdiri atas dua jenis tanah yakni tanah mineral dan tanah gambut dan ada 4 (empat) tipe luapan: A, B, C dan D. Jagung dapat ditanam di tanah mineral maupun tanah gambut, pada tipe luapan C dan D. Jagung tumbuh baik dan sangat subur ditanam pada tanah mineral dan gambut (Raihan dan Simatupang, 2010). Arah pengembangan komoditas jagung ke depan, adalah pada lahan tipe luapan C dan D. Artinya, pada lahan tipe luapan C dan D upaya khusus untuk meningkatkan produksi jagung nasional dapat dilakukan secara maksimal. Budidaya jagung pada tipe luapan C dan D dapat dilakukan menjelang akhir musim hujan sekitar bulan April/Mei dan pada musim kemarau antara bulan Juli/Agustus. Pertanaman di musim kemarau, pengelolaan airnya menggunakan sistem tabat untuk mempertahankan ketinggian muka air tanah.

Teknologi budidaya jagung

a. *Varietas*

Salah satu komponen teknologi yang perlu diperhatikan adalah varietas. Varietas jagung (baik hibrida maupun bersari bebas) mempunyai peranan penting dalam upaya peningkatan produksi. Hal yang perlu diperhatikan dalam memilih varietas adalah kesesuaiannya terhadap lingkungan (tanah dan iklim) setempat, toleran tanah masam, tahan/toleran kekeringan dan varietas terpilih tersebut merupakan preferensi bagi petani yang mengembangkannya.

Beberapa varietas jagung yang cukup adaptif di lahan rawa pasang surut, antara lain: Arjuna, Kalingga, Wiyasa, Bayu, Antasena, C-3. C-5, Semar, Sukmaraga, H6 dan Bisi-2, mungkin masih ada varietas unggul lainnya yang cocok di lahan rawa pasang surut.

b. *Jarak tanam dan populasi*

Jarak tanam berkaitan dengan jumlah populasi tanaman per satuan luas. Populasi tanaman jagung optimal berkisar 66.000-75.000 tanaman/ha. Untuk mendapatkan populasi tanaman yang optimal, maka jarak tanamnya: 75 cm x 20 cm, ditanam 1 tanaman/lubang, atau 75 cm x 40 cm, ditanam 2 tanaman/lobang.

c. *Penyiapan lahan dan pengelolaan air*

Penyiapan lahan dilakukan sebagai kegiatan awal dalam sistem budidaya tanaman. Sistem penyiapan lahan yang dilakukan baik olah tanah sempurna maupun olah tanah konservasi seperti tanpa olah tanah (TOT) atau olah tanah minimum (OTM) dapat dilakukan pada budidaya jagung. Penyiapan lahan juga dikaitkan dengan sistem pengelolaan air terutama di lahan rawa pasang surut. Tanaman jagung tidak tahan terendam, oleh karena itu untuk menghindari adanya genangan air di areal pertanaman, pada saat melakukan penyiapan lahan, juga dilakukan pembuatan saluran-saluran untuk pengelolaan air.

Pengelolaan air sangat penting di areal pertanaman jagung, oleh karena itu perlu dibuat saluran drainase dangkal (*shallow drainage*), disebut juga sebagai saluran cacing (caren) (Gambar 2). Pembuatan saluran drainase bertujuan: untuk (1) mengalirkan air berlebih pada lahan pertanaman agar tanaman jagung tidak terendam, dan (2) memasukkan air dari saluran tersier sehingga kelembaban tanah dapat dipertahankan untuk mendukung

pertumbuhan tanaman. Pada sistem tabat, pembuatan tabat (dam/tanggul) di saluran dilakukan pada saluran tersier, tinggi tabat disesuaikan dengan kondisi lahan dan yang terpenting adalah tinggi permukaan air di saluran dapat dibuat sedemikian rupa sehingga dapat dialirkan ke saluran cacing/caren (kuater) untuk mempertahankan lengas tanah (kelembaban tanah).



Gambar 2. Pertanaman jagung di lahan rawa pasang surut pada tipe luapan C (Dok. Balittra, 2010)

d. *Ameliorasi tanah dan pemupukan*

Lahan rawa pasang surut baik tanah mineral maupun tanah gambut umumnya memiliki pH tanah yang sangat rendah (sangat masam: pH tanah $\leq 4,0$). Agar tanah dapat menjadi media tanam yang ideal bagi tanaman jagung, maka diperlukan ameliorasi tanah (pembenah tanah) untuk memperbaiki sifat tanah sekaligus meningkatkan produktivitas lahannya. Bahan amelioran yang dapat digunakan sebagai pembenah tanah bermacam-macam, diantaranya adalah sisa-sisa tanam (serasah atau jerami padi), kotoran ternak (pukan), pupuk hijau, kompos dan bahan organik lainnya seperti biomassa gulma setelah dikomposkan atau dibuat menjadi bokashi. Bahan amelioran tersebut sangat bermanfaat untuk memperbaiki kesuburan tanah sekaligus sebagai sumber unsur-unsur hara bagi tanaman jagung (Raihan dan Simatupang, 2010).

Tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik dan memberikan hasil yang tinggi hanya pada tanah yang subur, setidaknya jumlah unsur hara terutama N, P dan K yang tersedia di dalam tanah dapat memenuhi kebutuhan tanaman jagung. pH tanah yang rendah menyebabkan tidak tersedianya unsur hara P. Lahan rawa pasang surut kesuburan alami tanahnya umumnya sangat rendah, sehingga untuk mendapatkan tanaman jagung yang baik dan

subur diperlukan penambahan unsur-unsur hara ke dalam tanah melalui pemupukan. Dosis pupuk yang dianjurkan untuk tanaman jagung di lahan rawa pasang surut dapat dilihat dalam Tabel 1. Pemberian pupuk susulan terutama N dilakukan berdasarkan bagan warna daun: bila skala warna daun 4–5 diperlukan pemberian pupuk susulan dengan dosis 25–50 kg Urea/ha.

Tabel 1. Dosis pupuk, kapur dan pupuk kandang untuk tanaman jagung di lahan rawa pasang surut

Jenis pupuk	Dosis pupuk (kg/ha)	Porsi dosis pupuk pada saat aplikasi (kg/ha)		
		7-10 HST	30 ha HST	40-45 HST
Urea	200	30%	70	BWD **
SP-36	125	100	-	-
KCl	50	50	50	-
Kapur	500 -1.000 *	-	-	-
Pukan	(2.000-5.000*)	-	-	-

Sumber : Raihan dan Simatupang, (2010)

* Diberikan saat penyiapan lahan secara sebar atau per lubang tanaman

** Pemberian pupuk susulan berbadarkan Bagan Warna Daun

e. *Pemeliharaan tanaman*

Pemeliharaan tanaman jagung perlu dilakukan untuk mendapatkan performa pertumbuhan tanaman yang baik dan maksimal. Kegiatan pemeliharaan tanaman meliputi: (1) pembumbunan tanaman, (2) pengendalian gulma, dan (3) pengendalian hama dan penyakit tanaman. Pembumbunan tanaman dilakukan sebanyak 1-2 kali, dilakukan saat tanaman berumur 3-4 dan 7-8 minggu setelah tanam bersamaan dengan waktu penyiangan gulma yang apabila dilakukan secara manual. Pengendalian gulma sangat penting dilakukan, bertujuan untuk mengurangi persaingan antara tanaman dengan gulma terhadap keperluan unsur-unsur hara. Pada areal tanam yang ditumbuhi gulma yang subur, maka tanaman jagung akan kekurangan unsur hara, sehingga hasilnya akan menurun. Pengendalian gulma bisa dilakukan secara manual maupun menggunakan herbisida. herbisida yang digunakan adalah herbisida purna tumbuh baik yang bersifat kontak maupun sistemik.

Menurut Raihan dan Simatupang (2010), pengendalian hama dan penyakit dilakukan melalui konsep pengelolaan hama terpadu (PHT) yaitu sesuai dengan perkembangan hama dan penyakit di areal pertanian jagung. Langkah pertama yang dilakukan dalam pengendalian hama penyakit adalah identifikasi terhadap jenis dan populasi hama serta tingkat kerusakan

tanaman. Apabila populasi hama dan penyakit telah melebihi ambang ekonomi atau ditemukan jumlah yang cukup banyak, maka perlu dilakukan tindakan pengendalian. Hama utama tanaman jagung adalah lalat bibit, penggerak batang dan penggerek tongkol, sedangkan penyakit utama: bulai, bercak daun dan busuk pelepah.

Budidaya kedelai

Produksi dan prospek pengembangan kedelai

Kedelai merupakan salah satu komoditas pertanian yang mendapat perhatian dari pemerintah, sehingga menjadi target pada program upaya khusus peningkatan produksi. Perkembangan luas panen, produktivitas dan produksi kedelai selama sepuluh tahun terakhir sangat fluktuatif yakni: luas tanam 450–550 ribu hektar, produktivitas 1,48 ton/ha dan produksi rata-rata 590-975 ribu ton, walaupun terjadi peningkatan luas tanam sebesar 0,44% dan produktivitas sebesar 1,48%, tetapi belum mencukupi kebutuhan/konsumsi kedelai nasional yang mencapai 2,25 juta ton per tahun, sehingga untuk memenuhi kebutuhan kedelai nasional dilakukan melalui kegiatan impor (Purnima *et al.*, 2014; Suswono, 2014). Data dari Kementerian Pertanian dilaporkan bahwa produksi kedelai nasional pada tahun 2015 berdasarkan ARAM I BPS sekitar 998.870 ton biji kering, produksi meningkat 4,5% dibanding tahun 2014. Kebutuhan kedelai untuk konsumsi mencapai 2,54 juta ton, berarti masih defisit sekitar 1,54 juta ton biji kering (Sabtu 4 Juli 2015: <https://m.detik.com/berita-ekonomi-bisnis>). Artinya untuk memenuhi kebutuhan kedelai nasional masih tetap dilakukan melalui impor.

Pada prinsipnya komoditas kedelai dapat ditanam dan dikembangkan di lahan rawa pasang surut. Sama seperti komoditas jagung, pengembangan budidaya kedelai diarahkan ke lahan rawa pasang surut pada lahan tipe luapan C dan D baik tanah mineral maupun tanah gambut. Pada lahan tipe luapan B, komoditas kedelai masih bisa ditanam namun ditanam pada bagian surjan, atau pada hamparan lahan setelah panen padi pada musim kemarau.

Teknologi budidaya kedelai

a. Varietas

Kedelai (*Glycine max* (L) Merr) tumbuh dan berkembang optimal dan baik pada tanah gembur dan subur yang memiliki tingkat kemasaman tanah sedang-netral ($\text{pH} > 4,5-6,0$). Di lain pihak, di lahan rawa pasang surut

umumnya tanah mineral memiliki kemasaman tanah yang sangat tinggi (pH tanah < 4,0). Oleh karena itu perlu dilakukan pemilihan varietas yang akan ditanam yaitu varietas kedelai yang sesuai, tepat dan toleran terhadap kondisi tanahnya (Koesrini *et al.*, 2014). Pemilihan varietas adalah teknologi yang murah dan tepat untuk mendapatkan varietas yang sesuai, beradaptasi baik dan toleran terhadap kemasaman serta berdaya hasil tinggi. Beberapa varietas kedelai adaptif dan potensi hasilnya (t/ha) tinggi dapat dianjurkan ditanam di lahan rawa pasang surut antara lain: Seulawah (2,5), Anjasmoro (2,3), Sinabung (2,16), Kaba (2,13), Menyapa (2,03) Lawit (1,93) dan Wilis (1,6), varietas-varietas kedelai tersebut agak tahan dan tahan terhadap penyakit karat daun (Sabran *et al.*, 2001; Balitkabi, 2003; Koesrini *et al.*, 2014).

b. Jarak tanam dan populasi tanaman

Populasi tanaman kedelai yang optimum adalah 400.000 tanaman/ha, untuk itu jarak tanam yang dianjurkan adalah 40 cm x 15 cm atau 40 cm x 10 cm dengan jumlah benih 2-3 biji/lobang sehingga dibutuhkan jumlah benih sekitar 40-60 kg/ha. Umumnya kedelai ditanam secara monokultur, tetapi karena kedelai termasuk tanaman C3 (tanaman yang adaptif dengan naungan) maka kedelai dapat juga ditanam secara tumpangsari dengan jagung. Apabila kedelai ditanam secara tumpangsari dengan jagung, maka setiap tiga meter pertanaman kedelai ditanami jagung satu baris (Koesrini dan William, 2010).

c. Penyiapan lahan dan pengelolaan air

Tanaman kedelai menghendaki keadaan tanah yang gembur, subur, dengan aerasi tanah baik dan tidak basah (tidak mengandung air yang tinggi). Untuk menciptakan kondisi tanah yang sesuai untuk pertanaman kedelai, diperlukan cara penyiapan lahan yang baik dengan sistem pengelolaan air yang tepat untuk menghindari terjadinya genangan air yang relatif lama (Anwar dan Noor, 2014). Air pada areal pertanaman kedelai diupayakan tidak bertahan dalam jangka waktu yang relatif lama, sehingga perlu dibuatkan saluran drainase untuk mengalirkan air dari areal pertanaman kedelai.

Penyiapan lahan dimulai dengan pengolahan tanah agar tanah yang padat dan kompak (tanah mineral) menjadi gembur, sedangkan tanah yang strukturnya sudah gembur (tanah gambut) penyiapan lahan dapat dilakukan dengan sistem olah tanah minimum (OTM) atau olah tanah dalam barisan tanaman atau dengan sistem tanpa olah tanah (Simatupang dan Alwi, 2014). Berbarengan dengan pekerjaan penyiapan lahan, biasanya dilakukan

pembuatan saluran-saluran untuk pengelolaan air dengan sistem saluran drainase dangkal (*shallow drainage system*) seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Penyiapan lahan untuk areal pertanaman kedelai di lahan rawa pasang surut: pada tanah gambut (a) dan pada tanah mineral (b) (Dok. Simatupang, 2014)

Pembuatan saluran drainase dangkal bertujuan: untuk (1) mengalirkan air yang berlebih pada pertanaman kedelai pada musim hujan agar tanaman tidak tergenang, (2) memperbaiki aerasi tanah, dan (3) memasukkan air dari saluran tersier ke saluran drainase sehingga kelembaban tanah dapat dipertahankan untuk mendukung pertumbuhan tanaman dan terhindar dari risiko kekeringan (Anwar dan Noor, 2014). Pada saat pembuatan saluran drainase, perlu diperhatikan dimensi salurannya. Dimensi saluran drainase yang ideal adalah lebar 20 cm dan dalam 30 cm.

Untuk mendukung efektivitas sistem pengelolaan air ini, maka pada saluran tersier dibuat tabat (tanggul/dam) yang dilengkapi dengan pintu pengendali (*stoplog*) sehingga air dapat diatur sedemikian rupa untuk mempertahankan permukaan air (Gambar 4). Pintu pengendali air berfungsi untuk menahan aliran air keluar dan mengatur tinggi/rendahnya permukaan air di saluran. Dengan sistem ini, ketinggian permukaan air di saluran dapat diatur sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan air.



Gambar 4. Sistem pengelolaan air dengan menggunakan pintu pengendali air (stoplog) di lahan rawa pasang surut (Dok.Anwar dan Alwi, 2014)

d. *Ameliorasi tanah dan pemupukan*

Tanaman kedelai tumbuh normal pada tanah yang memiliki pH sedang-netral ($\text{pH} > 4,5 - 6$) dan kejenuhan Al $< 20\%$ (Anwar dan Alwi, 2014). Sehubungan dengan kondisi tanah pasang surut yang masam, maka perlu dilakukan upaya perbaikan dengan cara pemberian bahan amelioran. Ameliorasi tanah bertujuan untuk memperbaiki sifat kimia tanah agar daya dukungnya meningkat, dengan demikian tanaman dapat tumbuh baik dan dapat memberikan hasil yang tinggi.

Bahan amelioran yang digunakan untuk ameliorasi tanah (pembenah tanah) tergantung tingkat kemasaman tanah (pH tanah) dan bahan amelioran yang tersedia di lapangan. Kapur merupakan bahan pembenah tanah yang relatif sangat mudah diperoleh. Pada tanah yang memiliki $\text{pH} < 4$ perlu diberi kapur 2-3 ton/ha. Kapur yang diberikan berbentuk Kalsit (CaCO_3) dan Dolomit ($\text{Ca.Mg}(\text{CO}_3)_2$), selain kapur juga dapat diberikan bahan lainnya seperti kompos biomassa gulma dan/atau pupuk kandang (Koesrini dan William, 2010: Anwar dan Alwi, 2014).

Pemupukan sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara N, P dan K bagi tanaman kedelai. Umumnya karakteristik tanah pasang surut dicirikan dengan kesuburan alami tanah yang rendah. Untuk meningkatkan daya dukung lahan dan untuk mensuplai kebutuhan unsur hara bagi tanaman maka perlu ditambahkan unsur hara seperti N, P dan K ke dalam tanah melalui pemupukan. Tanaman kedelai mampu bersimbiosis untuk mendapatkan hara N dari udara sehingga kebutuhan unsur hara ini relatif

sedikit dibandingkan unsur hara P dan K (Anwar dan Alwi. 2014). Dosis pupuk yang dianjurkan untuk tanah sulfat masam dan gambut, disajikan dalam tabel berikut (Tabel 2).

Tabel 2. Dosis pupuk N, P dan K untuk tanaman kedelai pada lahan sulfat masam dan gambut

Jenis lahan Sulfat masam dan Gambut	Dosis pupuk (kg/ha)			Keterangan
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
• pH tanah < 4,0	45	180	60	Pada tanah baru, perlu disertai dengan pemberian rhizobium
• pH tanah >4,0	22,5	135	30	

Keterangan : Sumber : Anwar dan Alwi (2014)

e. Pemeliharaan tanaman

Tanaman kedelai yang tumbuhnya sehat dan subur, merupakan pertanaman kedelai yang sangat diharapkan oleh semua petani, sehingga diharapkan pula dapat diperoleh hasil panen yang tinggi (Gambar 5). Untuk itu, perlu dilakukan pemeliharaan tanaman intensif.



Gambar 5. Keragaan pertumbuhan tanaman kedelai di lahan rawa pasang surut(Dok. Balittra, 2016 dan Simatupang, 2016)

Pemeliharaan untuk tanaman kedelai meliputi kegiatan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), yakni pertumbuhan gulma, hama dan penyakit tanaman. Gulma, hama dan penyakit merupakan cekaman biotik yang dapat mengurangi hasil bahkan dapat menyebabkan gagal panen. Pengendalian gulma selama pertumbuhan tanaman kedelai dilakukan sebanyak satu atau dua kali yakni saat tanaman berumur 30 HST dan menjelang tanaman berbunga apabila pertumbuhan gulma cukup subur. Pengendalian gulma dapat dilakukan secara manual dan/atau dengan

herbisida. Untuk itu, langkah utama adalah melakukan identifikasi jenis dan perhitungan kepadatan populasi hama untuk menentukan tingkat serangannya (Koesrini dan William, 2010).

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai dengan perkembangannya di areal pertanian. Apabila serangan hama maupun penyakit tanaman sudah menunjukkan ambang batas, sudah perlu dilakukan tindakan pengendalian. Pengendalian hama dan penyakit tanaman mengutamakan konsep pengelolaan hama terpadu (PHT). Penggunaan pestisida dilakukan apabila serangan dinilai cukup serius dan merupakan tindakan akhir (Asikin dan Prayogo, 2014; Thamrin dan Willis, 2014). Jenis hama utama yang mengganggu dan menyerang pertanian kedelai di lahan rawa pasang surut: Lalat bibit kacang (*Ophiomya phaseoli* Tr), Ulat grayak (*Spodoptera litura* F), Pengisap polong (*Riptortus linearis* Tr), Penggerek polong (*Etiella zinckenella* Tr), sedangkan jenis penyakit yang berkembang adalah: Penyakit layu semai (*Sclerotium rolfii* Sacc.), Penyakit karat daun (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow.), Antraknose (*Colletotrichum* sp), Busuk polong (*Rhizoctonia* sp), dan Penyakit virus mosaik (*Soybean mosaic virus* (SMV)).

Tumbuhan Sagu (*Metroxylon sagu* Rotth.)

1. Deskripsi

Tumbuhan sagu (*Metroxylon sagu* Rotth.), disebut juga tumbuhan *Rumbia* merupakan salah satu jenis tumbuhan palem wilayah tropika basah. Sagu merupakan tanaman asli Indonesia, salah satu sumber karbohidrat utama. Sagu dapat tumbuh baik di daerah rawa air tawar, rawa bergambut, daerah sepanjang aliran sungai, sekitar sumber air, atau hutan-hutan rawa, yang memiliki pH tanah antara 4,5-6,0 atau pada tanah masam *Rumbia* tumbuh baik. Tumbuhan sagu memiliki daya adaptasi baik pada lahan marjinal dan lahan sub-marginal yang tidak memungkinkan bagi tanaman pangan maupun tanaman perkebunan (Gambar 6), biasanya tumbuhan ini berbentuk hutan sagu (Gambar 7). Tanaman sagu tumbuh pada beberapa habitat, antara lain yaitu (1) pasang-surut air payau, (2) tergenang air tawar, (3) tergenang permanen, dan (4) lahan kering. (Suryana, 2007 dalam Botanri et al, 2011; Botanri et al., 2011).



Gambar 6. Tumbuhan sago yang tumbuh pada beberapa habitat Gambar-gambar diperoleh/bersumber dari Goegle)



Gambar 7. Tumbuhan sago yang tumbuhnya sebagai hutan sago (sumber: <http://www.tribunnews.com/nasional/2016/11/30>)

2. Persyaratan tumbuh

Persyaratan yang ideal untuk tumbuhan sago adalah pada wilayah dengan jumlah curah hujan optimal antara 2.000–4.000 mm/tahun, pada ketinggian 400-700 m di atas permukaan laut (DPL), suhu optimal 24,5-29° C, suhu minimum 15° C dan kelembaban nisbi 90%. Sago dapat ditanam pada kelembaban nisbi udara 40%, tetapi kelembaban optimal 60%. Tanaman sago membutuhkan air yang cukup, namun penggenangan permanen dapat mengganggu pertumbuhannya, namun hal ini juga tergantung kepada jenis sagunya. Jenis sago yang habitatnya di lahan kering tidak menghendaki kondisi lahan dengan genangan permanen (<http://budidayanews.blogspot.co.id/20011/06/budidaya-tanaman-sagu.htm>).

Sagu tumbuh di daerah rawa yang berair tawar atau daerah rawa yang bergambut dan di daerah sepanjang aliran sungai, sekitar sumber air, atau di hutan rawa yang kadar garamnya tidak terlalu tinggi dan tanah mineral di rawa-rawa air tawar dengan kandungan tanah liat > 70% dan bahan organik 30%. Pertumbuhan sagu yang paling baik adalah pada tanah liat kuning coklat atau hitam dengan kadar bahan organik tinggi. Sagu dapat tumbuh pada tanah vulkanik, latosol, andosol, podsolik merah kuning, aluvial, hidromorfik kelabu dan tipe-tipe tanah lainnya. Sagu mampu tumbuh pada lahan yang memiliki keasaman tinggi. Pertumbuhan yang paling baik terjadi pada tanah yang kadar bahan organiknya tinggi dan bereaksi sedikit asam pH 5,5–6,5 (Anonim, 2011: <http://budidayanews.blogspot.co.id/2011/06/budidaya-tanaman-sagu.htm>).

3. Manfaat tumbuhan sagu

Sagu: bagian dalamnya (empulurnya) diolah dalam bentuk tepung dikenal dengan nama tepung sagu. Sagu merupakan makanan pokok bagi masyarakat pesisir Maluku dan Papua, dikonsumsi dalam bentuk olahan disebut Papeda semacam bubur atau dikonsumsi dalam bentuk olahan lainnya. Sagu dijual sebagai tepung curah maupun bentuk yang sudah dipadatkan dan dikemas dengan daun pisang. Kandungan gizi tepung sagu per 100 g setara dengan 355 kalori, mengandung 94 g karbohidrat, 0,2 g protein, 0,5 g serat, 10 mg kalsium, besi 1,2 mg, sodium 3 mg, potasium 5 m, dan lemak, karoten, tiamin dan asam askorbat dalam jumlah sangat kecil (<http://manfaat.co.id/manfaat-tanaman-sagu>).

Manfaat tumbuhan sagu antara lain adalah (1) sebagai penata sumber air di dalam tanah sehingga terhindar dari kekeringan, dan (2) pengendali banjir, yaitu menahan banyaknya air hujan yang jatuh ke tanah dan menyebabkan banjir. Daunnya digunakan membuat atap, dan masih banyak manfaat dari bagian-bagian tumbuhan rumbia/sagu ini: seperti kulit batangnya, pelapahnya, umbut dan buahnya, Elasagu (ampas sagu) untuk membuat kompos dan bahan pakan ternak, dan bahan olahan makanan dari sagu untuk kesehatan (<http://manfaat.co.id/manfaat-tanaman-sagu>).

4. Teknologi budidaya sagu

Rumbia/sagu, terdiri dari 5 varietas penting yaitu : (1) *Metroxylon sagus*, Rottbol atau sagu molat, (2) *Metroxylon rumphii*, Martius atau sagu Tuni, (3) *Metroxylon rumphii*, Martius varietas Sylvestre Martius atau sagu

ihur, (4) *Metroxylon rumphii*, Martius varietas Longispinum Martius atau sagu Makanaru, dan (5) *Metroxylon rumphii*, Martius varietas Microcanthum Martius atau sagu Rotan.

Tanaman sagu dapat ditanam dan dikembangkan atau diperbanyak dengan metode generatif dan vegetatif. Secara generatif yaitu dengan menggunakan biji yang berasal dari buah yang sudah tua dan rontok dari pohonnya. Biji yang digunakan adalah biji yang berasal dari pohon induk yang baik, yang subur dan produksinya tinggi. Perbanyak tanaman sagu secara vegetatif dapat dilakukan dengan menggunakan bibit berupa anakan yang melekat pada pangkal batang induknya yang disebut dangkel atau abut (jangan yang berasal dari stolon).

Beberapa tahapan kegiatan pada budidaya tanaman sagu, antara lain meliputi pekerjaan:

1. Persemaian dan pembibitan, kegiatan ini meliputi: pemilihan biji (biji yang sudah tua), penyiapan benih, penyemaian benih, pemeliharaan persemaian, pemindahan bibit,
2. Penyiapan media tanam, meliputi kegiatan: pembukaan lahan, pembersihan lahan, pembuatan bedengan dan pembuatan saluran (kanal) ada tiga macam: kanal utama, kanal sekunder dan tersier,
3. Penanaman dan penyulaman, meliputi kegiatan: pembuatan lubang tanam, pengaturan jarak tanam (bervariasi antara 8-10m tergantung varietasnya: Tuni, Ihur dan Molat), tanam dan penyulaman,
4. Pemupukan, pemberian pupuk dasar N, P dan K, dan pupuk susulan. Dosis pupuk diberikan sesuai dengan umur tanaman, dan
5. Pemeliharaan tanaman: meliputi kegiatan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), yakni pengendalian gulma, hama dan penyakit tanaman. Pengendalian gulma dilakukan pada tanaman sagu muda (3-4 tahun) sebab rawan terhadap serangan hama. Pengendalian hama, utamanya terhadap: Kumbang (*Orytes rhinoceros sp*), Kumbang sagu (*Rhynchosphorus sp*), babi huta dan kera (*Macaca irus*) (<http://budidayanews.blogspot.co.id/2011/06/budidaya-tanaman-sagu.htm>)

5. Prospek pengembangan sagu

Sagu merupakan salah satu sumber pangan utama bagi sebagian masyarakat di beberapa Negara di dunia. Sagu banyak dibudidayakan di Papua, karena sagu merupakan makanan pokok bagi masyarakat lokal.

Berdasarkan data penelitian dan pengembangan pertanian dapat diperkirakan luas hutan sagu di Papua mencapai 980.000 ha dan kebun sagu 14.000 ha, yang tersebar pada beberapa daerah (Salawati, Teminabuan, Bintuni, Mimika, Merauke, Wasior, Serui, Waropen, Membramo, Sarmi dan Sentani). Sentra penanaman sagu di dunia adalah Indonesia dan Papua Nugini, masing-masing luas pertanamannya 114.000 ha dan 20.000 h (<http://budidayanews.blogspot.co.id/2011/06/budidaya-tanaman-sagu.htm>). Di Indonesia, tumbuhan sagu berkembang di beberapa daerah, yakni Papua, Maluku, Sulawesi, Kalimantan Selatan dan Barat, Jambi, Mentawai dan Riau (Novariant [Https://Scholar.google.id](https://Scholar.google.id)). Pengembangan tumbuhan sagu masih belum mendapat perhatian secara khusus oleh pemerintah. Umumnya tumbuhan sagu berkembang secara alami, pengembangannya harus dilihat sebagai tanaman budidaya, semi budidaya dan sagu sebagai kawasan hutan.

Sagu paling baik bila ditanam pada tanah yang dipengaruhi oleh pasang surut air, terutama bila air pasang tersebut merupakan air segar. Lingkungan yang paling baik untuk pertumbuhannya adalah daerah yang berlumpur, dimana akar nafas tidak terendam. Pertumbuhan sagu juga dipengaruhi oleh adanya unsur hara yang disuplai dari air tawar, terutama K, P, Ca, dan Mg. Budidaya tanaman rumbia membawa dampak yang sangat positif, karena secara ekologis, rumbia/sagu memiliki kemampuan untuk menyimpan air. Fakta bahwa Indonesia memiliki hampir lebih dari 90% total luas areal sagu di dunia, yakni sekitar 5,5 juta hektar dari total 6,5 juta hektar area sagu di dunia (Sumber :<http://www.tribunnews.com/nasional/2016/11/30>).

Pengembangan budidaya tanaman sagu diarahkan lahan rawa pasang surut dengan jenis tanah gambut, karena tanah gambut dinilai cocok untuk budidaya sagu. Menurut Nazir Foead sebagai kepala Badan Restorasi Gambut (Tribunnews.com, Senin (29/11) di Jakarta, penggunaan tanaman sagu untuk memulihkan lahan gambut dengan Peraturan Presiden Nomor 1 Tahun 2016. Budidaya tanaman sagu membawa dampak yang sangat positif, karena secara ekologis, sagu memiliki kemampuan untuk menyimpan air. Lebih lanjut dijelaskan, bahwa pohon sagu memang termasuk investasi jangka panjang karena berusia delapan tahun baru ditebang dan diambil patinya, dan setelah tanaman sagu ditebang, anak atau bibitnya tumbuh sendiri seperti tanaman pisang (Sumber :<http://www.tribunnews.com/nasional/2016/11/30>).

Pentingnya tumbuhan sagu, diantaranya sebagai sumber karbohidrat yang dapat dikonsumsi langsung sebagai bahan makanan pokok sebagian masyarakat Indonesia, dan peranan sagu dalam restorasi lahan gambut, maka

pengembangan perlu mendapat perhatian secara fokus dan berkelanjutan. Program pengembangan sagu di Indonesia memerlukan dukungan dana dan teknologi dasar dan teknologi lanjutan. Dukungan teknologi tersebut adalah meliputi penyediaan bahan tanam sagu unggul, teknik budidaya dan rehabilitasi hamparan sagu, diversifikasi produk dari tepung sagu dan pengolahan tepung sagu menjadi bioetanol (Novariant [https:// Scholar.google.id](https://Scholar.google.id)).

Penutup

Konsep pertanian lahan rawa adalah pengelolaan lahan pada agroekologi rawa untuk pembangunan pertanian dalam rangka mendapatkan produksi pertanian semaksimal mungkin dan untuk mendukung peningkatan produksi pangan nasional. Lahan rawa yang dimaksud pada konteks pertanian lahan rawa, adalah lahan rawa pasang surut. Lahan rawa pasang surut potensinya cukup besar dan sangat luas yakni mencapai 20,1 juta hektar, memiliki prospek serta peluang yang sangat besar dimanfaatkan mendukung program pembangunan pertanian khususnya untuk ekstensifikasi (perluasan areal) disebabkan karena semakin luasnya lahan pertanian yang terkonversi dan beralih fungsinya.

Padi, jagung dan kedelai merupakan komoditas strategis karena sangat besar perannya pada sistem perekonomian nasional sehingga mendapat perhatian pemerintah dalam program pembangunan pertanian. Pemerintah melalui Kementerian Pertanian tetap mendorong peningkatan produktivitas dan produksi ke tiga komoditas tersebut melalui program Upaya Khusus (UPSUS), yang ditetapkan berdasarkan Permentan No. 03/Permentan/OT.140/2/2015 dan diimplementasikan di seluruh wilayah Indonesia. Melalui program UPSUS ini, ke depan produksi padi, jagung dan kedelai nasional dapat swasembada secara berkesinambungan dan merata.

Budidaya padi pada ekosistem lahan rawa pasang surut sudah ratusan tahun berlangsung yang dilakukan oleh masyarakat lokal, yaitu suku Banjar, Bugis dan Melayu. Berdasarkan pengetahuan yang sederhana (*indigenous knowledge*) dan dengan teknologi kearifan lokal (*local wisdom*), lahan rawa pasang surut mereka buka dan kembangkan sebagai lahan usahatani untuk mendukung kehidupannya walaupun hasil yang diperoleh masih rendah, cukup untuk memenuhi kebutuhannya. Inovasi teknologi untuk mendukung upaya peningkatan produktivitas dan produksi padi sudah tersedia dan siap diterapkan untuk skala luas, infrastruktur di kawasan lahan rawa pasang surut sudah tersedia meskipun ada sebagian yang masih perlu dibenahi.

Melalui regulasi maupun kebijakan pemerintah (*political will*) berkaitan dengan program UPSUS peningkatan produksi padi, maka pembangunan pertanian di lahan rawa pasang surut dapat terealisasi dalam skala luas, dan dapat memberikan kontribusi produksi padi yang nyata, sehingga dapat mendorong upaya yang dilakukan untuk mempercepat terwujudnya swasembada pangan nasional yang berkelanjutan.

Komoditas jagung dan kedelai adalah sejenis tanaman palawija yang umumnya dibudidayakan di lahan kering. Kebutuhan jagung dan kedelai nasional terus meningkat, pasokan jagung dan kedelai nasional masih belum memadai sehingga dipenuhi melalui impor walaupun belakangan ini cenderung turun. Pada lahan rawa pasang surut, terutama pada lahan tipe luapan C dan D karena lahan ini tidak mengalami genangan sehingga sangat cocok sebagai areal pengembangan komoditas jagung dan kedelai. Pada lahan tipe luapan B, jagung dan kedelai juga dapat ditanam namun dilakukan pada bagian surjan dan/atau pada hamparan lahan disaat musim kemarau. Untuk mendukung program upaya khusus peningkatan produktivitas dan produksi jagung dan kedelai, inovasi teknologi budidaya jagung dan kedelai di lahan rawa pasang surut sudah tersedia dan siap diterapkan dalam skala yang lebih luas. Terpenting, adalah dukungan berupa kebijakan dari pemerintah yakni penyediaan pada dan jaminan harga akan mendorong pengembangan komoditas jagung dan kedelai di lahan rawa pasang surut.

Tumbuhan sagu (*Metroxylon sagu* Rotth.), merupakan salah satu jenis tumbuhan palem wilayah tropika basah, tanaman asli Indonesia dan salah satu sumber pangan/karbohidrat utama, dan merupakan bahan makanan pokok bagi sebagian masyarakat di Papua dan Maluku. Di Indonesia ada dikenal 5 varietas sagu yang berkembang, dapat tumbuh pada: lahan pasang surut air payau, lahan tergenang air tawar, lahan tergenang permanen, dan lahan kering. Tumbuhan/sagu sangat prospektif dikembangkan secara budidaya, semi budidaya dan/atau sebagai budidaya perkebunan di lahan rawa pasang surut, baik pada tanah mineral maupun lahan gambut. Tanaman sagu selain sebagai sumber karbohidrat, budidaya tanaman sagu secara ekologis tumbuhan ini membawa dampak positif karena memiliki kemampuan untuk menyimpan air. Nilai positif yang dimiliki tanaman sagu, sehingga tanaman sagu dipilih dan digunakan sebagai tanaman untuk memulihkan lahan gambut terdegradasi yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 1 Tahun 2016.

Daftar Pustaka

- Alihamsyah, T., M. Sarwani., dan I. Ar-Riza. 2003. Lahan pasang surut sebagai sumber pertumbuhan produksi padi masa depan. *Dalam* Suprihatno, B., A.K. Makarim., I.N. Widiarta., Hermanto., dan A.S. Yahya (Eds.) Kebijakan Perberasan dan Inovasi Teknologi Padi. Buku 2. BB Padi Sukamandi. Puslitbangtan. Badan Litbangtan. Sukamandi. Hlm. 263-288
- Alwi, M., dan A. Fahmi. 2016. Decision support system (DSS) padi lahan rawa. Bahan Seminar Nasional disampaikan di BPTP Kalimantan Selatan, Banjarbaru. 10 Hlm.
- Anwar, K., dan M. Noor. 2014. Pengelolaan air untuk tanaman kedelai di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Anwar, K., M. Noor., M. Alwi., M. Thamrin., dan H. Subagio (Eds.). Kedelai Lahn Rawa Pasang Surut: Mendukung Swasembada Pangan dan Bioindustri. Badan Ilitbang Pertanian, Kementerian Pertanian Jarakta. Hlm. 80-92.
- Anwar, K., dan M. Alwi. 2014. Ameliorasi dan pemupukan tanaman kedelai di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Anwar, K., M. Noor., M. Alwi., M. Thamrin., dan H. Subagio (Eds.). Kedelai Lahn Rawa Pasang Surut: Mendukung Swasembada Pangan dan Bioindustri. Badan Ilitbang Pertanian, Kementerian Pertanian Jarakta. Hlm. 93-116.
- Aribawa, I. B. 2002. Pengaruh kapur dan bokashi purun tikus terhadap tampilan tanaman padi dan perubahan beberapa sifat kimia tanah sulfat masam, Tesis Pasca Sarjana Program Studi Agronomi, Universitas Lambung Mangkurat (ULM). Banjarbaru. 154 Hlm.
- Asikin, S., dan Y. Prayogo. 2014. Penyakit utama kedelai di lahan rawa pasang surut dan teknologi pengendaliannya. *Dalam* Anwar, K., M. Noor., M. Alwi., M. Thamrin., dan H. Subagio ((Eds.). Kedelai Lahan Rawa Pasang Surut: Mendukung Swasembada Pangan dan Bioindustri. Badan Ilitbang Pertanian, Kementerian Pertanian Jarakta. Hlm. 144-166.
- Balitkabi. 2003. Perkembangan dan Deskripsi Varietas Ungggul Kedelai 1918-2002. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. 71 Hlm.
- Botanri, S., D. Setiadi., E. Guhardja., I. Qayim., dan L. B. Parsetyo. 2011. Karakteristik habitat tumbuhan sagu (*Metroxylon* sp) di pulau Seram, Maluku. Fakultas Pertanian, Universitas Darussalam Ambon. 10 Hlm..
- Dent, D. 1986. Acid Sulphate Soils; a Baseline for Research and Development. International Institute for Land Reclamation Improvement/ILRI. A.A Wageningen. The Netherlands, Publication 39. Hlm.22-36.
- Ditjen Tanaman Pangan, 2011. Produksi padi untuk memenuhi pengadaan gabah/beras tahun 2011. Bahan pada Workshop Perberasan Nasional Dalam Menghadapi Perubahan Iklim. Disampaikan pada Workshop P2BN tanggal 12 Januari 2011 di Jakarta. Direktur Jenderal Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian. 25 Hlm.

- Fahmi, A., F. Ramadhani., dan M. Alwi. 2015. Desicion support system pemupukan padi lahan rawa pasang surut. *Dalam* Rejekiningrum, P. C. Tafakresnanto., E. Suryani., I. Khairullah., A. Wihardjaka., Ladiyani, R.W., dan I.W. Suastika (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Pemetaan Sumberdaya Lahan Mendukung Swasembada Pangan. BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Bogor. Hlm.21-30.
- Jumberi. A., A. Supriyo., dan H. S. Raihan. 1998. Penggunaan bahan amelioran untuk meningkatkan produktivitas tanaman pangan di lahan pasang surut. *Dalam* Sabran *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Badan Litbang, Puslitbangtan, Balittra, Banjarbaru. Hlm.245-255.
- Jumin, H, B. 2005. Dasar-Dasar Agronomi. Penerbit. PT Grafindo Persada Jakarta.
- Koesrini., dan E. William. 2010. Pengelolaan tanaman terpadu (PTT) kedelai di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Nazemi, D., M. Noor., I. Ar-Riza., dan Mukhls (Eds.). Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) di Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Kementerian Pertanian, Badan Litabng Pertanian, BBSDLP, Balittra. Banjarbaru. Hlm. 59-75.
- Koesrini., E. William., M. Saleh., dan Suhartina. 2014. Varietas kedelai adaptif di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Anwar, K., M. Noor., M. Alwi., M. Thamrin., dan H. Subagio (Eds.). Kedelai Lahn Rawa Pasang Surut: Mendukung Swasembada Pangan dan Bioindustri. Badan Ilitbang Pertanian, Kementerian Pertanian Jarakta. Hlm. 60-79.
- Noorsyamsi, H., H. Anwarhan., S. Sulaiman., dan H. H. Bechel. 1984. Rice cultivation in tidal swamp rice. Worshop on Res. Priorities in Tidal Swamp Rice. Philippines IRRI.
- Noor, H. D., and G. A. Watson. 1984. Farmer management of weed in tidal swamps rice cultivation in South and Central Kalimantan. Bogor, Indonesia. April 1984.
- Purnima, D., A.D. Santoso., dan FI Rahmawati. 2014. Skenario kebijakan peningkatan produksi kedelai nasional: sebuah langkah menuju swasembada kedelai. Universitas Brawijaya. Malang. 19 Hlm
- Raihan, S., dan R. S. Simatupang. 2010. Pengelolaan tanaman terpadu (PTT) jagung di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Nazemi, D., M. Noor., I. Ar-Riza., dan Mukhls (Eds.). Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) di Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Kementerian Pertanian, Badan Litabng Pertanian, BBSDLP, Balittra. Banjarbaru. Hlm. 45-58.
- Rina, Y., dan Koesrini. 2016. Tingkat adopsi varietas Inpara dan Margasari di lahan rawa pasang surut. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian AGROS*. Volume 12(2); Hlm. 81-92.
- Rusastra, I, W., B. Rachman., dan S. Friyatno. 2004. Analisis daya saing dan struktur proteksi komoditas palawija. *Dalam* Saliem *et al.* (Eds.). Prosiding Efisiensi dan Daya Saing Sistem Usahatani Beberapa Komoditas Pertanian

- di Lahan Sawah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi. Bogor.
- Sabran, M., M. M. Adie., E. William., Koesrini., dan M. Saleh. 2001. Genotipe kedelai adaptif pada lahan rawa pasang surut bertanah sulfat masam. *Usulan Pelepasan Varietas*. Balittra. Jakarta 28 Juli 2001. 13 Hlm.
- Saleh, M., Koesrini., Yanti Rina., S. Nurzakiah., dan M. Thamrin. 2016. Analisis kesesuaian varietas Inpara terhadap kondisi biofisik lahan dan preferensi petani di lahan rawa pasang surut. *Laporan Hasil Kegiatan (RDHP) Tahun 2016*. Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertenian, Kementerian Pertanian. 25 Hlm.
- Santoso, M. B. 2014. Efektivitas SL-PTT jagung terhadap peningkatan penerapan teknologi (Studi Kasus di Kecamatan Pelaihari Kabupaten Tanah Laut. Kementerian Pertanian. Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumberdaya Pertanian, Balai Besar Pelatihan Pertanian Binuang, Kalimantan Selatan. 85 Hlm.
- Sarwani, M., dan M. Thamrin. 1994. Pengalaman petani banjar dalam mengelola lahan pasang surut di Kalimantan. *Dalam* Sarwani. M., M. Noor., dan M.Y. Maamun (Eds.). *Pengelolaan Air dan Produktivitas Lahan Rawa Pasang Surut*. Badan Litbang, Puslitbang Tanaman Pangan, Balittra, Banjarbaru. Hlm. 111-123.
- Simatupang, R. S., L. Indrayati., dan A. Haerani. 2000. Penggunaan herbisida dan implikasinya pada sistem tanpa olah tanah di sawah pasang surut lahan sulfat masam. *Dalam* I. Ar-Riza., H. Mukhlis., dan R. Smith Simatupang (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi VII F-OTK-HIGI*. 23-24 Agustus. Banjarmasin Hlm. 149-157.
- Simatupang, R. S. 2003. Prospek pemanfaatan biomasa gulma sebagai pemnbenah tanah dan sumber hara tnman padi di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Kurnia, U., R.D.M. Simanungkalit., M. Sarwarni., N. Suharta., Y. Sugianto., dan Wahyunto (Eds.) *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Sumbdraya Tanah dan Iklim*. Puslittanak, Badan Litbang Pertanian, Deptrtemmen Pertanian. Bogor. Hlm. 239-254.
- Simatupang, R.S., dan L. Indrayati. 2003. Pengaruh pemberian kompos gulma terhadap tanaman padi di lahan sulfat masam. *Dalam* Buletin Agronomi. Vol XXXI No. 2, Peragi, Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, IPB, Bogor. Hlm.42-46.
- Simatupang, R. S., dan L. Indrayati. 2004. Pengaruh komposisi kompos gulma sebagai sumber unsur hara NPK terhadap pertumbuhan dan hasil padi di lahan pasang surut sulfat masam. *Jurnal Wacana Pertanian STIPER Lampung*. Vol. III No. 2. Hlm. 112-118.
- Simatupang, R. S. 2005. Teknologi olah tanah konservasi mendukung budidaya pertanian berkelanjutan di lahan gambut/bergambut. *Dalam* Hardiastuti. S., E.B. Irawati., Lagiman., S. Virgawati., T. Setyaningrum.,

- M.E. Purwanto., dan Partoyo (Eds.). Prosiding Konferensi Nasional XVII HIGI, HIGI-UPN Veteran Yogyakarta. Hlm. VII-7-14.
- Simatupang, R. S., dan L. Indrayati. 2005. Penyiapan lahan dan pengelolaan jerami padi untuk tanaman padi di lahan pasang surut sulfat masam. *Dalam* Ar-Riza, I., U. Kurnia., I. Noor., dan A. Jumberi (Eds.) Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan Rawa dan Pengelolaan pencemaran Lingkungan. Puslittanak, Badan Litbang Pertanian. Hlm.133-146).
- Simatupang, R. S. 2006. Pemanfaatan kompos gulma untuk meningkatkan produksi padi di lahan rawa pasang surut sulfat masam. *Dalam* Indradewa. D., D. Kastono., E. Sulistyaningsih., dan E. Tarwaca (Eds.) Prosiding Seminar Nasional PERAGI, Faperta UGM, Komda DIY, Yogyakarta. Hlm. 31-39.
- Simatupang, R. S. 2007. Manfaat gulma Purun Tikus (*Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Henschell) pada sistem produksi padi di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Riyanto., S. Riyanto., M. Sutisna., E.A. Syaifudin., Rusdiansyah., dan K.P. Candra (Eds.) Prosiding Seminar Nasional HIGI. Pemprov. Kaltim-Fakultas Pertanian Unmul-Samarinda. Tgl. 5-6 Desember 2007. Hlm. 31-41.
- Simatupang, R. S., dan L. Indrayati. 2007. Biomassa gulma sebagai bahan amelioran dan sumber unsur hara untuk meningkatkan produktivitas lahan rawa pasang surut. *Dalam* Riyanto., S. Riyanto., M. Sutisna., E.A. Syaifudin., Rusdiansyah., dan K.P. Candra (Eds.) Prosiding Seminar Nasional HIGI. Pemprov. Kaltim-Fakultas Pertanian Unmul-Samarinda. Tgl. 5-6 Desember 2007. Hlm. 80-89.
- Simatupang, R. S., and Nurita. 2013. Conservation tillage at rice culture in acid sulphate soil. In Husen, D. Nursyamsi., M. Moor., A. Fahmi., Irawan., and I. P. G. Wigena (Eds.) Proceeding Intenational Worshop on Sustainable Managemant of Lowland for Rice Production. IAARD. Ministry of Agriculture. p.287-298
- Simatupang, R.S., dan M. Alwi. 2014. Pembukaan dan penyiapan lahan untuk budidaya kedelai di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Anwar, K., M. Noor., M. Alwi., M. Thamrin., dan H. Subagio (Eds.). Kedelai Lahn Rawa Pasang Surut: Mendukung Swasembada Pangan dan Bioindustri. Badan Ilitbang Pertanian, Kementerian Pertanian Jarakta. Hlm. 44-59.
- Simarmata, T., dan Y. Yuwariah. 2007. Teknologi intensifikasi padi aerob terkendali berbasis organik (IPAT-BO) untuk melipatgandakan produksi padi dan mempercepat kemandirian pangan. *Dalam* Rostini, N., T. Nurmali., A. Kurniawan., A. Nuraini., S. Amien., D. Ruswandi., dan W.A. Qosim (Eds.) Prosiding Simposium, Seminar Nasional dan Kongres IX Perhimpunan Agronomi Indonesia (PERAGI), Bandung. Hlm. 78-85.
- Stoskopf, N. C. 1981. Understanding Crops Production. Reston Publication Inc. Reston, Virginia. 433p.

- Subagyo, H. 2006. Lahan rawa pasang surut. Dalam Suriadikarta, D. A., Undang, K., Mamat. H.S., W. Hartatik., dan A. Setyorini. (Eds.) Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Deptan. Hlm 23-98.
- Suriadikarta, D. A, dan A. Abdurrachaman. 2000. Penggunaan tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dan perumpung (*Phragmites karka*) dalam upaya menanggulangi limbah reklamasi tanah sulfat masam. *Dalam* Ar-Riza. I., H. Mukhlis., dan R. Smith Simatupang (Eds.). Pros. Semnas Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi VII, Forum-OTK-HIGI. Balittra, Banjarmasin, 23-24 Agustus 2000. Hlm. 410-420.
- Suswono, 2014. Kebijakan pembangunan pertanian untuk mewujudkan kedaulatan pangan dan energi dalam menyongong era Asia. *Dalam* Hadiwiyono., Adi Ratriyanto., Mujiyo., J. Sutrisno., Suwarto., dan D. Praseptianga (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Pertanian Terpadu Berkelanjutan untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan dan Energi dalam Menyongong Era Asia. Fakultas Pertanian Sebelas Maret, Surakarta. Hlm.1-21.
- Thamrin, M., dan M. Willis. 2014. Hama utama kedelai di lahan rawa pasang surut dan pengendaliannya. *Dalam* Anwar, K., M. Noor., M. Alwi., M. Thamrin., dan H. Subagio (Eds.). Kedelai Lahan Rawa Pasang Surut: Mendukung Swasembada Pangan dan Bioindustri. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian Jakarta. Hlm. 112-143.
- Widjaya-Adhi, I. P. G., K. Nugroho., D. A. Suriadikarta., A.S. Karama. 1992. Sumber daya lahan rawa: potensi, keterbatasan, dan pemanfaatan. *Dalam* S. Partohardjono dan M. Syam (Eds.) Risalah Pert. Nas. Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa. Cisarua, 3-4 Maret 1992. Puslitbangtan, Bogor. Hlm. 19-38.

Sumber dari Internet (Goegle)

- <https://id.m.wikipedia.org> > wiki > tanah
- pengertian-definisi.blogspot.com > define..2012/8
- www.artikelsiana.com/2014/11
- cybex.pertanian.go.id/msteri penyuluhan 11 Nop 2014
- www.litbang.pertanian.go.id
- finance.detik.com/berita.ekonomi.bi..
- bbpadi.litbang.pertanian.go.id/ind... 16 Des 2016
- Hurhayat-detikFinance: 3 Juni 2014
- Irene Agustine, 13 Januari 2015 m.bisnis.com/industry/ro
- www.republika.co.id > Home > Kementan > Kementan, 28 Juni 2016
- Sabtu 4 Juli 2015: <https://m.detik.com> > berita-ekonomi-bisnis
- <http://www.tribunnews.com/nasional/2016/11/30>

- [http://budidayanews.blogspot.co.id /2011/06/budidaya-tanaman-sagu.htm](http://budidayanews.blogspot.co.id/2011/06/budidaya-tanaman-sagu.htm)
- [http://manfaat.co.id/ manfaat-tanaman-sagu](http://manfaat.co.id/manfaat-tanaman-sagu)
- Novianto [https:// Scholar.google.id](https://scholar.google.id)
- [Tribunnws.com](http://tribunnws.com).Senin (29/11
- *Sumber :http://www.tribunnews.com/nasional/2016/11/30).*
- *Anto Kurniawan, Kamis 29 Desember 2016: https://www.bps.go.id >brs > view*

TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN HORTIKULTURA DI LAHAN RAWA

Yulia Raihana., dan Koesrini

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
Jl. Kebun Karet Loktabat Utara, Banjarbaru
yulia.raihan4@gmail.com

Ringkasan

Sayur-sayuran dan buah-buahan merupakan jenis komoditas sumber vitamin, garam mineral dan lain-lain yang dikonsumsi oleh manusia sehari-hari untuk pemenuhan gizi. Sejalan dengan laju pertumbuhan jumlah penduduk yang diproyeksikan pada tahun 2035 akan mencapai 305,652 juta, maka Indonesia merupakan pangsa pasar yang sangat potensial untuk produk buah dan sayur-sayuran. Selama ini sebagian besar produk sayur-sayuran dan buah-buahan dipasok dari daerah Jawa. Sementara lahan-lahan pertanian di Jawa seiring dengan berjalannya waktu semakin menyempit disebabkan terjadinya alih fungsi lahan untuk berbagai kepentingan non pertanian, sehingga peningkatan produksi pertanian mau tidak mau akan merambah ke lahan-lahan suboptimal di luar Jawa, diantaranya adalah lahan rawa yang potensinya cukup luas yakni sekitar 33,4 juta hektar. Lahan rawa memiliki karakteristik yang spesifik dan berbeda dibandingkan dengan jenis lahan lainnya, baik lahan kering maupun lahan tadah hujan atau irigasi. Lahan rawa merupakan lahan yang sangat rapuh dan mudah rusak serta rentan terhadap terjadi penurunan produktivitasnya. Kesalahan dalam pengelolaan lahannya akan berakibat fatal, diantaranya hilangnya nutrisi tanah secara permanen, dan untuk memperbaikinya memerlukan waktu yang cukup lama dan biayanya mahal. Oleh karena itu, teknik pengelolaan lahan rawa tidak bisa disamakan dengan teknik pengelolaan lahan pada lahan kering ataupun jenis lahan lainnya. Beberapa faktor yang mendukung keberhasilan budidaya sayur-sayuran dan buah-buahan di lahan rawa yang merupakan inovasi teknologi adalah: penyiapan dan penataan lahan, pengelolaan air, jenis dan komoditas yang adaptif, ameliorasi, pemupukan, pemeliharaan, dan pasca panen.

Pendahuluan

Komoditas subsektor hortikultura seperti sayur-sayuran dan buah-buahan merupakan komoditas tanaman pertanian yang dibudidayakan oleh petani pada beberapa wilayah di Indonesia. Sayur-sayuran dan buah-buahan merupakan jenis komoditas sumber vitamin, garam mineral dan lain-lain

yang dikonsumsi oleh manusia sehari-hari untuk pemenuhan gizi. Sejalan dengan laju pertumbuhan jumlah, penduduk yang diproyeksikan pada tahun 2035 akan mencapai 305,652 juta jiwa, maka Indonesia merupakan pangsa pasar yang potensial bagi produk buah-buahan dan sayur-sayuran (BPS, 2013). Selain itu, keberagaman jenis produk komoditas buah-buahan yang diminati baik dalam maupun diluar negeri sehingga peluang ekspor cukup besar. Namun produksinya saat ini masih rendah, yaitu 90% untuk konsumsi sendiri dan sekitar 10% yang bisa diekspor, sehingga produksi komoditas tanaman hortikultura perlu ditingkatkan (Anonim, 2015).

Selama ini sebagian besar produk sayur-sayuran dan buah-buahan dipasok dari daerah Jawa. Sementara lahan-lahan pertanian di Jawa seiring dengan waktu semakin menyempit disebabkan lajunya alih fungsi lahan oleh berbagai kepentingan non pertanian seperti pembangunan infra struktur. Berkurangnya lahan pertanian untuk memproduksi buah-buahan dan sayur-sayuran, salah satu alternatif untuk pengembangan komoditas hortikultura ini adalah dengan cara memanfaatkan lahan suboptimal diantaranya adalah lahan rawa.

Lahan rawa merupakan salah satu lahan sub optimal yang potensinya di Indonesia cukup luas dan tersebar di beberapa pulau besar di luar Jawa. Pemanfaatan lahan rawa masih belum maksimal, sehingga peluang untuk pengembangan usaha pertanian di lahan ini masih cukup besar. Kondisi ekosistem lahan rawa selalu jenuh air atau tergenang dalam waktu yang lama, dan memiliki drainase yang buruk sehingga kesuburan tanahnya rendah. Selain itu, lahan rawa memiliki masalah utama yaitu pengaruh rejim airnya.

Diperkirakan total luas lahan rawa di Indonesia mencapai sekitar 33,40 juta ha yang terdiri dari lahan rawa pasang surut 20,10 juta ha dan lahan rawa lebak 13,30 juta ha (BBSDLP, 2014). Lahan rawa pasang surut adalah lahan yang dipengaruhi oleh rejim air yang kuat dapat dibedakan dalam empat tipe luapan, yaitu tipe luapan A, B, C, dan D. Tipe A dan B disebut lahan rawa pasang surut langsung, sedangkan tipe C dan D disebut lahan rawa pasang surut tidak langsung. Sedangkan lahan rawa lebak yang dipengaruhi oleh tinggi dan lamanya genangan dapat dibedakan atas lebak pematang, lebak tengahan, dan lebak dalam (Subagyo *et al.*, 2015; Subagyo, 2006b). Berdasarkan jenis tanahnya, lahan rawa dibentuk oleh dua jenis tanah yang terdapat di lahan rawa, yaitu tanah mineral dan tanah gambut. Keragaman macam tanah yang sangat kompleks dengan karakter yang berbeda dari lahan rawa, menghendaki penanganan atau cara pengelolaan lahan yang berbeda khususnya dalam usaha budidaya pertanian.

Suku Banjar dan Bugis telah lama memanfaatkan lahan rawa secara tradisional untuk usaha pertanian memenuhi kebutuhan hidupnya. Berbekal dari pengalaman dalam kurun waktu cukup lama, petani sangat selektif mengenali kesesuaian tanah dan tanaman yang akan dibudidayakan. Berbagai tanaman dapat dibudidayakan di lahan ini diantaranya tanaman hortikultura (sayur-sayuran dan buah-buahan), namun hasilnya belum optimal. Peluang peningkatan produksi dan pengembangan komoditas sayur-sayuran di lahan rawa masih cukup besar, apabila didukung oleh perbaikan pengelolaan air dan perbaikan kesuburan tanahnya, serta pemilihan kesesuaian tanaman yang cocok dengan lingkungannya.

Tulisan ini bertujuan untuk memaparkan hasil-hasil penelitian beberapa jenis komoditas hortikultura yakni sayur-sayur-sayuran dan buah-buahan yang cocok dikembangkan di lahan rawa, didalamnya akan dipaparkan teknologi budidayanya. Selain itu, tulisan ini merupakan sumber informasi dan sebagai bahan pengetahuan untuk pengembangan lahan rawa dalam pembangunan pertanian secara terencana dan berkelanjutan dalam upaya meningkatkan produksi tanaman dan pendapatan petani.

Permasalahan Budidaya Hortikultura di Lahan Rawa

Tanaman sayuran dan buah-buahan pada umumnya menghendaki media tumbuh tanah yang subur, gembur, mengandung banyak humus, memiliki pH tanah 5,5-7,0 dan tidak tergenang. Sementara lahan rawa adalah lahan yang sepanjang tahun atau beberapa bulan dalam setahun selalu basah, atau jenuh air (*water logged*), atau mempunyai air tanah yang dangkal, bahkan tergenang (Daryono, 2009), serta memiliki kesuburan dan ketersediaan hara relatif rendah serta kemasaman tanah yang tinggi. Berkaitan dengan kondisi agroekologi lahan rawa, maka ada dua masalah utama yang dijumpai di lahan rawa untuk pengembangan komoditas hortikultura.

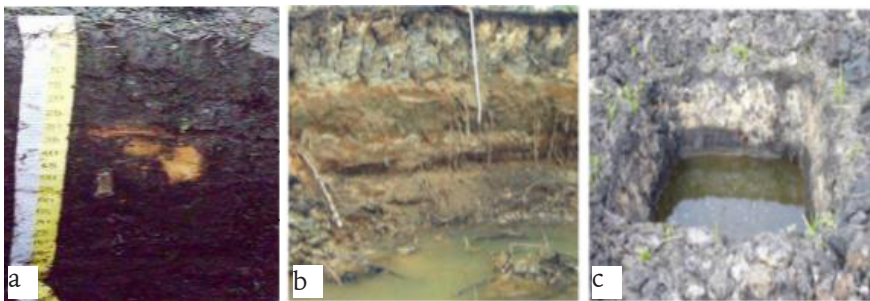
Masalah air dan genangan

Genangan secara alami merupakan ciri khas lahan rawa akibat adanya pengaruh pasang surut air pada lahan pasang surut dan genangan akibat pengaruh curah hujan dan banjir kiriman dari daerah hulu untuk lahan rawa lebak (Subagyo, 2006b). Oleh karena itu, budidaya hortikultura di lahan rawa memerlukan penataan lahan dan pengelolaan air. Penataan lahan dengan sistem surjan sangat cocok untuk budidaya hortikultura di lahan rawa, yang

mana bentuk dan ukuran surjan disesuaikan dengan tinggi genangan dan tipe luapan pasang surutnya air (Nursyamsi *et al.*, 2014b).

Masalah kimia dan fisik tanah

Berdasarkan jenis tanahnya (*soil taxonomy*), tanah-tanah di lahan rawa dapat dikelompokkan atas : 1) tanah alluvial marin, 2) tanah alluvial sungai, dan 3) tanah gambut (Gambar 1). Tanah alluvial marin dan tanah alluvial sungai merupakan tanah mineral yang terdapat di lahan rawa, yang pembentukan tanahnya berupa endapan liat, debu dan sebagian pasir yang berupa aluvial sungai atau marin (laut) yang dipermukaannya terdapat lapisan gambut yang tipis. Jika lapisan gambutnya melebihi dari 50 cm maka disebut tanah gambut. Tanah gambut terbentuk oleh adanya akumulasi sisa-sisa tanaman, baik yang sudah terdekomposisi atau matang, maupun yang belum terdekomposisi atau mentah (Haryono *et al.*, 2013; Nursyamsi *et al.*, 2014a).

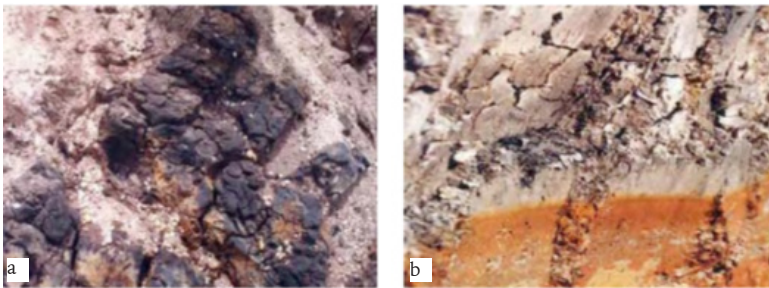


Gambar 1. Penampang tanah gambut (a), dan penampang tanah mineral endapan marin (b), dan tanah endapan sungai (c); (Sihite *et al.*, 2013; Achmadi dan Las, 2006)

Tanah mineral yang berasal dari endapan alluvial sungai atau endapan sungai cukup baik untuk usaha pertanian, tetapi tanah yang berasal dari endapan marin dicirikan adanya senyawa besi-sulfida (FeS_2) yang disebut dengan pirit. Gambar 2 menunjukkan warna pirit yang terdapat dibongkahan tanah gambut dan tanggul saluran. Keberadaan pirit di lahan rawa sangat bervariasi, mulai sangat dangkal ($<50\text{cm}$) hingga sangat dalam ($>100\text{cm}$). Untuk mengetahui keberadaan dan letak kedalaman pirit dapat dilakukan dengan cara, yaitu:

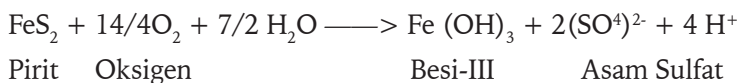
1. Tanah dibor atau dicangkul, kemudian pisahkan tanah dari berbagai lapisan kedalaman.

2. Tetesi tanah dengan larutan peroksida (H_2O_2) 30%. Penetesan peroksida harus merata mulai dari lapisan atas sampai lapisan bawah. Jika terdapat pirit maka tanah akan bereaksi, mengeluarkan buih dan asap berbau belerang kemudian terlihat perubahan warna tanah dari kelabu menjadi kekuningan dan adanya penurunan pH sangat drastis (sebelum ditetesi dengan peroksida pH tanah harus dicek terlebih dahulu);
3. Cara lain adalah membiarkan tanah di dalam bor, kemudian tanah akan mengering setelah kurang lebih delapan minggu, dan akan terlihat lapisan tanah yang mengandung pirit berubah warna menjadi kuning karat seperti jerami.



Gambar 2. Pirit yang telah teroksidasi berwarna kuning jerami di bongkahan gambut (a) dan tanggul saluran (b) (Sumber : Najiyatiet al., 2005)

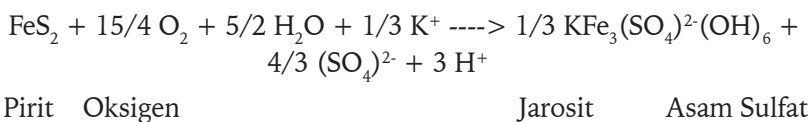
Pirit merupakan sumber utama kemasaman tanah pada lahan rawa. Oksidasi pirit dapat terjadi karena pengolahan tanah yang salah/berlebihan, melalui celah retakan tanah atau melalui pembuatan saluran-saluran drainase hingga air tanah menjadi turun, sehingga membuat lingkungan pirit menjadi terbuka dalam suasana aerob. Hasil penelitian (Priatmadi dan Haris, 2009), drainase selama 6 minggu dapat menurunkan pH sebesar 2,97 satuan unit dan kadar sulfat larut akan semakin meningkat seiring dengan lamanya drainase (sampai 6 minggu). Pirit jika bereaksi dengan udara luar (oksigen) akan mengalami oksidasi. Hasil oksidasi pirit ini akan sangat membahayakan tanaman. Reaksi oksidasi pirit di atas akan menghasilkan besi-III koloidal, dan asam sulfat yang terlarut menjadi ion sulfat dan melepaskan ion H^+ di dalam larutan tanah, yang dapat digambarkan sebagai berikut:



Setelah terjadi oksidasi pirit, maka tanah akan mengalami perubahan drastik sebagai berikut:

1. pH tanah turun drastis, umumnya di bawah pH 4,0. Pada pH ini, ion aluminium (Al^{3+}) akan dibebaskan dalam larutan tanah, dan dapat mencapai konsentrasi yang bersifat toksik terhadap pertumbuhan tanaman.
2. Konsentrasi besi-III yang tinggi dan adanya ion Al yang melimpah dalam larutan tanah, akan mengikat ion fosfat yang tersedia, sehingga mengurangi fosfat yang tersedia, bahkan mengakibatkan kahat/defisiensi P.
3. Adanya ion Al yang berlebihan akan mengganti basa-basa dapat tukar pada kompleks pertukaran kation, dan membebaskan ion Ca, Mg, dan K ke dalam larutan tanah, yang selanjutnya dapat “tercuci” keluar karena dibawa hanyut oleh air yang mengalir. Tidak hanya pasokan K menjadi terbatas, tetapi juga mengakibatkan kahat unsur Ca dan Mg.
4. Akibat penurunan pH tanah di bawah pH 3,5 terjadi keracunan ion H^+ , Al^{3+} , SO_4^{2-} , dan Fe^{3+} , serta penurunan kesuburan tanah alami akibat hilangnya basa-basa tanah, sehingga tanah mengalami kahat P, K, Ca, dan Mg (Subagyo, 2006b).

Apabila drainase dilakukan secara drastis, lapisan pirit akan teroksidasi secara kuat dan menghasilkan mineral jarosit yang nampak seperti karat berwarna kuning jerami dan juga akan menghasilkan ion H^+ . Reaksi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Melimpahnya ion H^+ dalam larutan tanah, disamping menyebabkan terjadinya pertukaran ion yang mendesak keluar semua basa-basa tanah (Ca, Mg, K dan Na) dalam kompleks adsorpsi liat dan humus, ion-ion H^+ tersebut juga membentuk senyawa hidrat dengan molekul air (yang bersifat bipoler) dan masuk ke dalam struktur kisi (*lattice*) mineral liat untuk menggantikan tempat ion Al^{3+} dalam kisi mineral. Mineral liat menjadi tidak stabil, kisinya runtuh (*collapsed*), dan strukturnya rusak, sehingga dibebaskan banyak sekali ion Al^{3+} yang bersifat toksik terhadap tanaman. Pertumbuhan tanaman menjadi sangat terganggu karena adanya kombinasi pH sangat

rendah dengan ion Al^{3+} bersifat toksik dan tidak tersedianya fosfat karena terfiksasi/terikat. Kondisi melimpahnya berbagai senyawa yang tidak lazim ini, akan mengakibatkan timbulnya permasalahan agronomis yang sangat serius bagi pertumbuhan tanaman seperti keracunan aluminium dan besi serta defisiensi unsur hara. Pada kondisi sangat masam ($pH < 4$), kelarutan ion aluminium meningkat drastik (Najiyati *et al.*, 2005). Konsentrasi Al^{3+} dapat meningkat 10 kali lipat setiap penurunan satu unit pH. Pada pH 5,5 konsentrasi Al^{3+} sebesar 0,44 ppm (me/liter) dan pada pH 5,5 meningkat menjadi 54 ppm (Breemen, 1976).

Sementara, tanah gambut dicirikan adanya lapisan gambut > 50 cm dengan kandungan karbon organik sebanyak 12-18%, jika berupa bahan jenuh air atau kandungan karbon organik sebanyak 20%, jika berupa bahan tidak jenuh air. Tanah gambut memiliki daya tumpu rendah, karena mempunyai *bulk density* yang sangat rendah yaitu 0,05-0,50 g/cm³, sehingga sangat rentan terhadap amblesan (*subsidence*), jika ditanami terutama tanaman keras akan tumbuh miring dan mudah tumbang. Tanah gambut, walaupun memiliki daya simpan air (lengas tanah) tinggi, yaitu 850-3000% untuk gambut fibrik dan 450-850% untuk gambut hemik dan $< 450\%$ untuk gambut saprik, tetapi jika mengalami kekeringan dapat berubah kering tak balik. Dengan kata lain gambut yang mengalami kekeringan tersebut tidak lagi dapat menyerap air seperti sebelumnya (Noor, 2007; Noor *et al.*, 2013).

Tanah gambut umumnya memiliki kesuburan yang rendah, ditandai dengan pH rendah (masam), ketersediaan sejumlah unsur hara makro (K, Ca, Mg, P) dan mikro (Cu, Zn, Mn, dan B) yang rendah, mengandung asam-asam organik yang beracun, serta memiliki KapasitasTukar Kation (KTK) yang tinggi tetapi Kejenuhan Basa (KB) rendah sehingga menyebabkan pH rendah dan sejumlah pupuk yang diberikan ke dalam tanah relatif sulit diambil oleh tanaman. Kandungan N total termasuk tinggi, namun umumnya tidak tersedia bagi tanaman, oleh karena rasio C/N yang tinggi.

Sifat fisik tanah gambut yang paling berperan adalah *subsidence* (penurunan ketebalan gambut), sifat kering tak balik (*irreversible drying*), dan daya sangga yang rendah disebabkan bobot isi (BD) gambut yang rendah. Bila pengelolaan lahan gambut tidak berdasarkan atas sifat dan kelakuan *inherent* gambut menyebabkan terjadinya proses destabilisasi. Proses ini menghasilkan bahan yang tidak tahan terhadap perubahan bentuk atau sifat kimia tanah, dan akibat dari proses destabilisasi ini antara lain menyebabkan meningkatnya laju kehilangan C-organik dari tanah gambut serta berkurang

atau hilangnya fungsi gambut sebagai media tumbuh tanaman, seperti melalui proses kering tak balik. Sifat kimia yang penting terhadap dinamika lahan gambut adalah: ketersediaan unsur hara yang rendah/miskin hara dan kandungan asam-asam organik yang tinggi yang dapat meracuni tanaman.

Gambut mempunyai reaksi yang sangat masam, Kapasitas Tukar Kation (KTK) sangat tinggi, tetapi kejenuhan basa sangat rendah. Kondisi ini menyebabkan terhambatnya ketersediaan hara terutama basa-basa K, Ca, Mg, dan unsur mikro seperti Cu, Zn, Mn, dan Fe bagi tanaman. Unsur mikro tersebut terikat dalam bentuk khelat dan asam-asam organik yang meracuni itu terutama asam fenolat. Asam fenolat tersebut merupakan hasil biodegradasi anaerob dari senyawa lignin yang dominan dalam kayu-kayuan. Selain masalah sifat fisik dan kimia juga masalah biologi yaitu terjadinya kehilangan unsur C dan N akibat mineralisasi C dan N-organik. Pada lingkungan gambut yang reduktif, laju dekomposisi gambut sangat lambat dan banyak dihasilkan asam organik beracun. Dibawah lapisan gambut sering pula diketemukan tanah aluvial yang mengandung pirit, sehingga terjadi oksidasi pirit yang bersifat racun bagi tanaman.

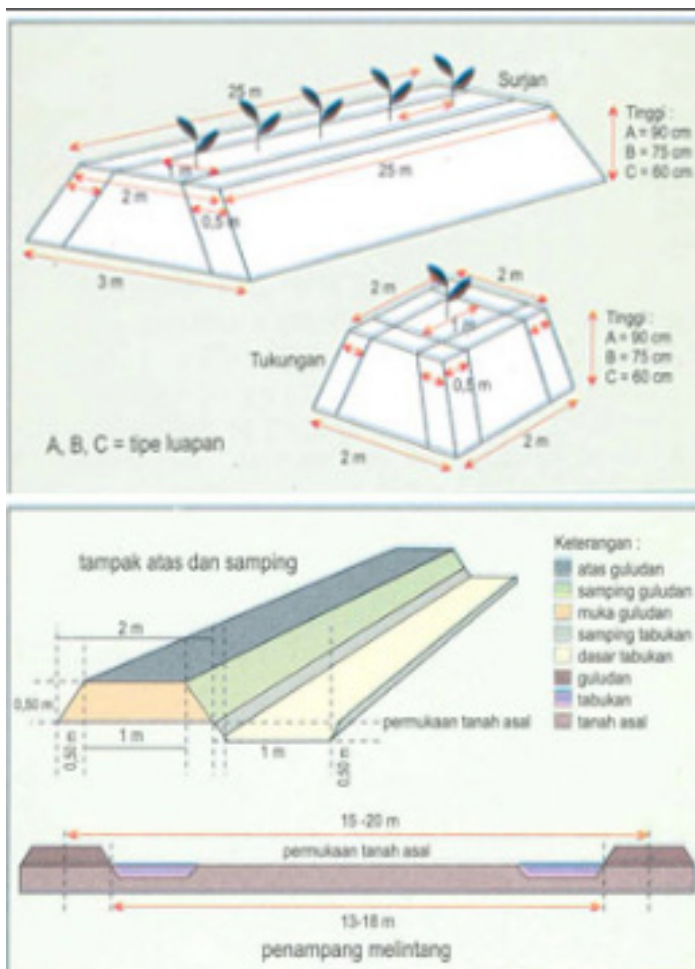
Tingkat produktivitas lahan gambut sangat beragam dipengaruhi oleh ketebalan, kematangan, lapisan substratum dibawahnya, bahan penyusun, lingkungan pembentukan, dan pengelolaan atau *input* yang diberikan yang penting menjadi pertimbangan dalam penentuan kriteria kesesuaian untuk pembukaan lahan gambut. Secara umum produktivitas gambut dangkal – menengah (tebal 50-200 cm) lebih tinggi daripada gambut dalam (tebal > 3 m), gambut matang (saprik-hemik) lebih baik dibandingkan gambut mentah (fibrik), gambut yang substratum bawahnya liat (*marine clay*) lebih subur dibandingkan pasir (kuarsa), gambut seratan lebih subur dibandingkan gambut kayuan (woodpeat), gambut rawa lebak lebih subur daripada gambut rawa pasang surut (Noor,2012).

Teknologi Budidaya Sayuran dan Buah-buahan

Lahan rawa merupakan lahan yang sangat rapuh dan mudah rusak sehingga rentan terjadi penurunan produktivitas. Kesalahan dalam pengelolaan lahan seperti reklamasi, pembukaan dan termasuk budidaya yang kurang tepat akan berdampak terhadap hilangnya nutrisi tanah secara permanen (Limin, 2006; Sudana, 2005). Oleh karena itu, teknik pengelolaan lahan rawa berbeda dengan pengelolaan lahan lainnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan budidaya sayur-sayuran dan buah-buahan di lahan rawa, yaitu : penataan dan penyiapan lahan, pengelolaan air, jenis dan komoditas yang adaptif, ameliorasi, pemupukan, pemeliharaan, dan pasca panen.

Penyiapan lahan dan penataan lahan

Penyiapan lahan adalah kegiatan yang paling awal dilakukan, yaitu kegiatan untuk menyiapkan lahan sebagai media tumbuh tanaman dengan cara membersihkan lahan dari semak belukar, gulma maupun tunggul-tunggul kayu, mengolah tanah dan meratakan permukaan tanahnya sehingga lahan siap untuk ditanami. Kondisi lahan rawa selalu tergenang air atau jenuh air dalam waktu yang relatif cukup lama dalam setahun, padahal tanaman sayur-sayuran dan buah-buahan menghendaki kondisi lahan yang aerasinya baik (tidak tergenang). Untuk mendapatkan kondisi lahan yang sesuai dengan habitat komoditas sayur-sayuran dan buah-buahan, dilakukan dengan cara penataan lahan. Penataan lahan bertujuan untuk menata lahan yang disesuaikan dengan tipologi lahan dan tipe luapan sehingga tercipta kondisi yang dapat mendukung sistem pengelolaan air, sistem pertanaman dan diversifikasi usahatani. Penataan lahan dilakukan dengan cara sistem surjan atau tukungan, baik di lahan rawa pasang surut maupun di lahan rawa lebak.



Gambar 3. Sketsa bentuk dan ukuran tukungan (Khairullah *et al.*, 2011)

Surjan dapat dibuat sekaligus atau bertahap dengan cara pembuatan tukungan. Tukungan atau surjan dibuat dengan cara merendahkan atau menggali sebagian permukaan tanah dan meninggikan permukaan tanah lainnya secara beraturan dan memanjang (Nursyamsi *et al.*, 2014b). Bentuk tukungan menyerupai kubus atau kubah (*dome*) dengan tinggi menyesuaikan ketinggian air dan komoditas yang akan ditanam di lahan (Gambar 3). Pada dasarnya pembuatan surjan adalah untuk menghindarkan sistem perakaran tanaman terjenuhi oleh air, dan terhindar dari lapisan pirit yang bisa mengganggu pertumbuhan tanaman. Tukungan dibuat beraturan secara

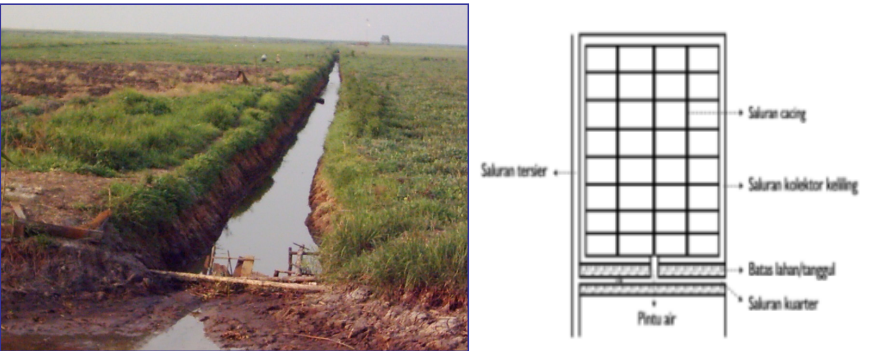
berjajar, sehingga jika akhirnya disatukan akan membentuk surjan (Gambar 4.) Selain itu budidaya sayur-sayuran dan buah-buahan di lahan rawa dapat diusahakan pada lahan yang agak kering (sistem hamparan/tegalan) dengan cara membuat saluran keliling atau parit. Oleh karena itu, pemanfaatan lahan rawa untuk budidaya tanaman sayur-sayuran dan buah-buahan perlu mengkondisikan lahan menjadi tidak tergenang dengan memperhatikan kondisi lahan yang berkaitan dengan tipe luapan pasang, ketinggian genangan maupun jenis tanahnya, kedalaman pirit dan ketebalan gambut.



Gambar 4. Bentuk tukang dan surjan (Sumber : Achmadi dan Las, 2006; Najiyati et al., 2005)

Kecocokan budidaya sayur-sayuran dan buah-buahan untuk pembuatan surjan atau hamparan/tegalan pada kondisi lahan yang berkaitan dengan tipe luapan pasang, ketinggian genangan maupun jenis tanahnya (kedalaman pirit dan gambut) disajikan pada Tabel 1. Pada lahan pasang surut tipe A dimana daerah yang mendapatkan luapan pada saat pasang besar dan pasang kecil yang meliputi pantai sampai pesisir, dan tepian sungai tidak cocok untuk budidaya sayur-sayuran dan buah-buahan. Sedangkan pada tipe luapan B dimana luapan air pasang pada saat pasang besar dapat dibudidayakan sayuran dan buah-buahan dengan pembuatan surjan dengan syarat kondisi pirit belum teroksidasi keberadaannya tidak lebih dangkal dari 50 cm, dan jika kondisi pirit telah teroksidasi keberadaannya bisa kurang dari 100 cm. Pada tipe C dimana tinggi muka air tanah < 50 cm akibat dari pengaruh resapan air pasang, dan tipe D dimana tinggi muka air tanah > 50 cm tidak perlu dibuat surjan (cukup tegalan/hamparan) saja untuk budidaya sayuran dan buah-buahan, kecuali bila keberadaan piritnya dangkal (< 100 cm). Sedangkan pada lahan gambut tidak anjurkan untuk membuat surjan. Pada lahan lebak dapat dilakukan pembuatan surjan/tukangan jika lahannya

tergenang <50–100 cm selama <3–6 bulan, selebihnya cukup dalam bentuk hamparan/tegalan saja. Pada prinsipnya penyiapan lahan untuk pengolahan tanah maupun dalam pembuatan surjan harus menghindari pirit terekspos (terbuka dengan udara luar) dan menghindari percepatan proses dekomposisi dan kering tak balik akibat meninggikan/mengangkat tanah gambut ke permukaan (Simatupang *et al.*, 2014). Penanaman dalam bentuk hamparan/tegalan perlu dibuat saluran drainase atau parit keliling (Gambar 5.)



Gambar 5. Bentuk saluran pada penataan lahan sistem hamparan/tegalan dilahan rawa(Najiyati et al., 2005)

Tabel 1. Kecocokan pembuatan surjan atau hamparan/tegalan untuk budidaya sayur-sayuran dan buah-buahan pada lahan pasang surut dan lebak

Kondisi lahan pasang surut	Tipe luapan pasang			
	A	B	C	D
Bahan sulfidik (pirit >100 cm)	-	Surjan	Tegalan	Tegalan
Bahan sulfidik (pirit 50-100 cm)	-	Surjan	Surjan	Tegalan
	-	-	-	-
Bahan sulfidik (pirit < 50 cm)	-	-	Tegalan	Tegalan
Bergambut (pirit < 50 cm)	-	Surjan	Surjan	Tegalan
Bahan sulfidik teroksidasi (pirit 100 cm)	-	-	-	Tegalan
		-	Tegalan	Tegalan
Bahan sulfidik teroksidasi (pirit >100 cm; pH < 3,5)				
Gambut dengan kedalaman 50-100 cm				

Jenis tanah di lahan lebak	Genangan					
	Tinggi < 50 cm	Lama <3 bln	Tinggi 50-100cm	Lama 3-6 bln	Lama > 6 bln	Tinggi >100 cm
Tanah mineral	Tegalan, surjan,		Tegalan, surjan,		Tegalan	
Tanah gambut	tukungan		tukungan		Tegalan	
Tanah mineral	Tegalan		Tegalan		Tegalan	
bergambut	Tegalan, surjan,		Tegalan, tukungan			
	tukungan					

Sumber : data diolah dari Subagyo, 2006a; Achmadi dan Las, 2006

Pengelolaan air

Tujuan pengelolaan air di lahan rawa adalah untuk memenuhi kebutuhan air secara proporsional bagi tanaman, baik kualitas maupun kuantitasnya (Suriadikarta, 2005; Indrayatiet *al.*, 2006; Hairani *et al.*, 2006a). Kuantitas kebutuhan air adalah cara mengkondisikan lahan tidak kelebihan air (kebanjiran) dan mengupayakan tidak kekurangan air (kekeringan) seperti yang telah diuraikan pada sub bab penyiapan lahan, yaitu dengan cara membuat saluran-saluran, parit atau meninggikan tanah dengan sistem surjan atau tukungan. Sedangkan kualitas air dapat diperbaiki dengan pemberian kapur dan batu kapur (*limestone*) ke dalam air untuk irigasi untuk meningkatkan pH, konsentrasi Ca dan Mg, menurunkan konsentrasi Fe, sekaligus meningkatkan produktivitas tanaman (Hairani *et al.*, 2006b).

Jenis dan komoditas tanaman

Pemilihan jenis komoditas yang sesuai dan bernilai ekonomis tinggi adalah sangat penting. Pemilihan varietas adaptif dan penggunaan benih bermutu perlu dilakukan sebelum penanaman. Sumber benih yang digunakan adalah benih murni, bermutu dan memiliki daya tumbuh tinggi (80%). Beberapa jenis tanaman hortikultura yang adaptif di lahan rawa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Beberapa jenis tanaman hortikultura yang adaptif di lahan rawa

Jenis/komoditas	Keterangan
Tomat	Var.:Ratna, Intan, Permata, Berlian, Mirah, AV-22; produksi di lahan SM 13,48-18,54 t/ha; Jarak tanam 60-75 cm x 50 cm
Bawang merah	Var. Bauji, Moujung, Super Philip, Bali Karet, Sumenep, Thailand; Produksi di lahan SM 5-6,5, di lahan potensial 12,6 t/ha, lahan gambut 6,5-12,43 t/ha; jarak tanam 15-20 cm x 15 cm
Sawi	Var. Asveg1, Sawi huma 82-157, Sangihe, Talaud, Putih jabung, Sawi hijau, Tosakan; Produksi 10-20 t/ha; Jarak tanam 25-30 x 40 cm
Kubis	Var. KK Cross, KY Cross; Produksi 200-32 t/ha: Jarak tanam 70x50 cm atau 60x40 cm
Cabai keriting	Produksi 3,5-4,5 t/ha; Jarak tanam 60-75 cm x 50 cm
Pisang	Var. Rajanangka, Rajasere, Mas, Kepong, Barangan, Ambon, Mahuli; Jumlah anakan dibiarkan 2-3/rpn; Produksi 7,8-14,2 kg/tandan
Cabai	Var.Tanjung-1, Tanjung-2, Hot Chili, Barito, Bengkulu, Tampar, Rawit hijau dan putih; Produksi 9-18 t/ha
Kac.panjang	Var.Super King, Pontianak, KP-1, KP-2, Lebat; Produksi 15-28 t/ha; Jarak tanam 25 x 75 cm
Buncis	Horti-1, Horti-2, Lebat, Proessor, Farmer Early, Green Leaf; Produksi 6-8 t/ha; Jarak tanam 30x40 cm
Timun	Var.Saturnus, Mars, Pluto, Hercules, Venus; Produksi 23-40 t/ha: Jarak tanam 50 x 100 cm
Slada	Va.New Grand Rapids; Produksi 9-15 t/ha: Jarak 20 x 25 cm.
Bayam	Var.Maestro, Giti Hijau dan Merah, Cimangkok, Kakap Hijau; Produksi 10-12 t/ha: Keperluan benih 5-10 kg/ha
Kangkung	Var.LP-1, LP-2, Sutera; Produksi 25-30 t/ha; Jarak tanam 20 x 20 cm
Lobak	Var.Grand Long; Produksi 50-85 t/ha:
Pare	Var.Siam, Maya; Produksi 17-18 t/ha. Jarak tanam 75x75 cm
Semangka	Var.Agustina, New Dragon, Sugar Baby; Produksi 10-25 t/ha: Jarak tanam 50-75 x 100 cm
Jeruk	Var.Siam, Keprok; Jarak tanam 500 x 500 cm
Melon	Var.Monami Red; Sky Rocket; Produksi 14-18 t/ha: Jarak tanam 50-75 x 100 cm
Nenas	Palembang, Tangkit, Wajo, Madu, Tamban; Jarak tanam 30-60 cm x 150 cm; pukan 5-10 kg per lubang tanam. Dan 300 kg urea, 600 kg TSP, dan 300 kg KCl per hektar per tahun; Produksi 1-1,5 kg/biji
Lidah buaya	Jarak tanam 1 x 1,25 m;

Sumber: Pubiati,2012; Nooret *et al.*, 2006; Suriadikarta dan Setyorini, 2005; Setiawati *et al.*, 2007;Najiyati *et al.*, 2005; Prayudi *et al.*, 2003; Purbiatiet *al.*, 2010. Ket: SM=sulfat masam



Gambar 6. Keragaan beberapa jenis tanaman hortikultura di lahan rawa (Dokumentasi Balittra dan Google image; Purbiati,2012)

Ameliorasi dan pemupukan

Kemasaman tanah di lahan rawa cukup tinggi dan sangat bervariasi dari satu lokasi dengan lokasi lainnya dengan rata-rata pH tanahnya kurang dari 4. Kemasaman tanah di lahan rawa bersumber dari adanya sumbangan ion H^+ dari oksidasi pirit dan tingginya asam-asam organik hasil dari dekomposisi, terutama untuk lahan gambut (Subagyo, 2006b). Kemasaman tanah yang tinggi akan menyebabkan kelarutan Al_3^+ , Fe_3^+ , SO_4 tinggi sehingga dapat meracuni tanaman, selain itu ketersediaan hara terutama basa-basa tukar dan P rendah. Oleh karena itu, pemberian bahan amelioran dan pemupukan sangat diperlukan untuk meningkatkan produktivitas tanah.

Pemberian ameliorasi bertujuan untuk memperbaiki agar reaksi tanah menjadi lebih baik, sehingga unsur hara yang tersedia di dalam tanah meningkat dan unsur hara yang ditambahkan melalui pemupukan lebih efektif diserap tanaman. Hasil penelitian Yenni (2012) menyatakan bahwa pemberian kapur di lahan sulfat masam sangat diperlukan, tanpa pemberian kapur tanaman bawang merah tidak menghasilkan umbi. Pemberian kapur di lahan rawa mutlak diperlukan karena pH tanah di lahan rawa umumnya rendah (pH 4–5) (Indrayati *et al.*, 2006), sedangkan pH optimum untuk budidaya sayur-sayuran antara 6–7 (Wiryawan, 2002a; 2002b). Hasil penelitian Bancin *et al.* (2016) di lahan gambut menunjukkan bahwa pemberian bahan amelioran berupa abu sekam padi, secara nyata meningkatkan berat umbi bawang merah layak simpan (Tabel 3). Sedangkan pemupukan bertujuan untuk mengoptimalkan ketersediaan unsur hara di dalam tanah sehingga tanaman dapat memberikan

hasil yang tinggi. Unsur hara utama yang diperlukan tanaman adalah unsur hara makro N , P , K, Ca, dan Mg, untuk lahan gambut perlu tambahan hara mikro Cu dan Zn (Hairani *et al.*, 2006b;Nooret *et al.*, 2007). Pupuk P buatan biasanya diberikan sekaligus pada saat tanam. Namun pupuk N dan K buatan diberikan dua kali yaitu $\frac{1}{2}$ bagian pada saat tanam dan sisanya pada umur tiga minggu setelah tanam atau bersamaan dengan pembumbunan dan penyiangan gulma. Pupuk tersebut diberikan dengan cara memasukkan ke dalam lubang memanjang (larikan) yang dibuat sejajar dengan barisan tanaman atau ditugal diantara tanaman. Takaran amelioran (kapur dan pupuk kandang) serta pupuk yang digunakan berdasarkan panduan dari berbagai sumber literatur teknik budidaya sayur-sayuran dan buah-buahan di lahan rawa seperti disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Rata-rata berat umbi bawang merah layak simpan setelah pemberian bahan amelioran

Bahan Amelioran	Berat Umbi (g/1,4 m ²)
Tanpa amelioran	137,35 d
Dolomit	187,58 c
Kalsit	233,30 b
Abu sekam padi	292,83 a

Sumber: Bancin *et al.* (2016)

Tabel 4. Takaran pupuk untuk tanaman sayur-sayuran dan buah

Komoditas	Tipologi	Takaran amelioran dan pupuk (kg ha ⁻¹)				
		Kapur	Pukan	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Cabai	Potensial	500	5000	67,5	90	50
	Sulfat masam	1000–2000	5000	67,5	112,5	50
	Gambut ^{*)}	1000–2000	5000	45	90	60-90
Tomat	Potensial	500	5000	135	90	60
	Sulfat masam	1000–2000	5000	135	90	60
	Gambut	2000	15000	90	90	60
Bawang merah	Potensial	500	10000	90	90	75
	Sulfat masam	1500	10000	90	90	75
	Gambut	1500	10000	300 urea	200 SP36	300 KCl
Sawi	Potensial	2000	10000	250 urea	-	-
	Sulfat masam	1000	5000	90	90	75
	Gambut					
Semangka	Potensial		10000	0,027	0,02	0,006
	Potensial	2000	5000	150 urea	SP36	100 KCl
	Sulfat masam	2000	5000	250 urea	200 SP36	75 KCl
Kubis	Gambut	2000	15000	214 urea	250 TSP	200 KCl
	Potensial, Sulfat	1000	5000	300 urea	600 TSP	300 KCl
	masam, Gambut					

^{*)}Ditambah 0,5 g CuSO₄/l air dan 1 g ZnSO₄/l air

Sumber: Haryono *et al.*, 2013; Alwi *et al.*, 2006; Noor *et al.*, 2006; Purbiati *et al.*, 2010

Setelah pupuk dimasukkan, tanah ditutup dan dipadatkan. Pupuk mikro Cu dan Zn yang sering digunakan antara lain CuSO_4 (terusi) dan ZnSO_4 diberikan bersamaan dengan pemberian pupuk dasar. Kebutuhan pupuk mikro tersebut semakin banyak pada tanah yang kurang subur. Bahan amelioran yang sering digunakan adalah kapur atau dolomit dan pupuk kandang. Kapur biasanya diberikan dua minggu sebelum tanam dengan cara ditabur merata pada lapisan tanah olah. Pupuk kandang diberikan satu minggu sebelum tanam dengan cara ditabur merata pada tanah lapisan olah untuk tanaman yang mempunyai jarak tanam sempit seperti sawi, kangkung, bayam dan lain-lain, sedangkan untuk tanaman yang mempunyai jarak tanam yang lebih lebar seperti tomat, cabai, kubis, jeruk dan lain-lain, maka pemberian pupuk kandang diberikan pada lubang tanam sesuai dengan jarak tanam atau lebar tajuk tanaman.

Cara pemberian pupuk kandang dikoak pada lubang tanam lebih efektif dibandingkan dengan cara disebar merata pada seluruh lahan, karena takaran per lubang lebih banyak. Hasil penelitian Hairani dan Noor (2005), menunjukkan bahwa pemberian amelioran (2 t/ha dolomit + 5 t/ha pupuk kotoran ayam) dapat meningkatkan hasil tanaman cabai dan tomat di lahan sulfat masam aktual. Hal yang sama dilaporkan Saleh dan Koesrini (2016) bahwa ameliorasi dengan dolomit 1,5 t/ha dapat meningkatkan hasil tanaman cabai dan Koesrini *et al.* (2014) meningkatkan hasil tanaman tomat di lahan sulfat masam potensial (Tabel 5 dan 6).

Tabel 5. Peningkatan hasil tanaman cabai melalui penggunaan kapur dan varietas adaptif di lahan sulfat masam potensial di KP Belandean, MK 2011

Dolomit (t/ha)	Varietas		Rataan Hasil (t/ha)	Peningkatan Hasil (%)
	Hot Chili	Tit Super		
0	5,903	4,502	5,203	
0,5	5,712	4,725	5,219	0,31
1,0	6,728	4,986	5,857	12,57
1,5	6,565	4,955	5,760	10,70
2,0	7,521	4,691	6,106	17,36
Rataan	6,486	4,772	5,629	

Sumber: Saleh dan Koesrini (2016)

Tabel 6. Peningkatan hasil tanaman tomat melalui penggunaan kapur dan varietas adaptif di lahan sulfat masam potensial di KP Belandean, MK 2011

Dolomit (t/ha)	Hasil (t/ha)		Rataan Hasil (t/ha)	Perbedaan Hasil (t/ha)
	Permata	Ratna		
0	10.060	4.754	7.407	5.306
0,5	9.924	7.596	8.760	2.328
1,0	12.669	7.007	9.838	5.662
1,5	14.382	7.509	10.946	6.873
2,0	15.331	6.254	10.793	9.077
Rataan	12.473	6.624	9.549	5.849

Sumber: Koesrini *et al.* (2014)

Pemeliharaan tanaman

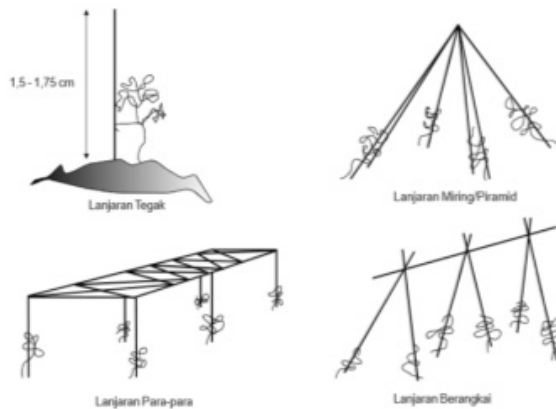
Tanaman sayur-sayuran dan buah-buahan memerlukan perawatan yang lebih intensif dibandingkan tanaman pangan seperti padi dan palawija. Pemeliharaan yang perlu dilakukan dalam budidaya sayur-sayuran dan buah-buahan, meliputi: penyulaman, pengendalian hama dan penyakit, pengendalian gulma, penyiraman dan pemberian lanjaran atau para-para.

a. Penyulaman

Tanaman yang mati atau kurang bagus tumbuhnya harus segera disulam. Penyulaman dilakukan paling lambat satu minggu setelah tanam dengan menggunakan sisa bibit yang ada. Penyulaman bertujuan untuk mempertahankan jumlah populasi tanaman persatuan luas, sehingga hasil tanaman yang akan dipanen maksimal.

b. Pemasangan lanjaran dan para-para

Tanaman yang lemah dan menjalar dipasang lanjaran atau para-para, seperti tanaman cabai dan tomat diberi lanjaran tunggal setinggi 150-175 cm dengan posisi tegak, kemudian diikat longgar pada tanaman agar dapat tegak dan tidak mudah roboh. Sedangkan lanjaran dalam bentuk piramid yang ditancapkan untuk media penjalaran tanaman, biasanya digunakan untuk tanaman mentimun dan melon. Para-para dibuat untuk tanaman merambat yang daunnya banyak seperti pare dan gambas (Gambar 7). Tanaman semangka di lahan gambut bisa diberi lanjaran agar buah tidak mudah busuk. Lanjaran buah semangka dibuat pendek setinggi 30-40 cm dari permukaan tanah.



Gambar 7. Bentuk-bentuk lanjaran (ajir) tanaman (Sumber: Najiyati *et al.*, 2005)

c. Pemangkasan dan pemotongan tunas liar

Pemangkasan cabang pada tanaman cabai, tomat, jeruk bertujuan untuk membentuk tanaman, sehingga setiap batang hanya memiliki 2-3 cabang utama. Pada tanaman cabai dan jeruk, sering tumbuh tunas liar yang perlu dipotong secara rutin agar tidak mengganggu pembentukan buah.

d. Pengendalian gulma, penggemburan dan pembumbunan

Pengendalian gulma dilakukan setiap dua minggu dengan cara mencabut gulma-gulma yang tumbuh menggunakan tangan, koret dan cangkul atau herbisida. Pengendalian atau penyiangan gulma biasanya dilakukan sekaligus dengan penggemburan dan pembumbunan tanah untuk membantu aerasi di sekitar akar, mencegah kerebahan dan menutup perakaran yang muncul ke permukaan tanah. Pembumbunan dilakukan dengan sedikit meninggikan bagian barisan tanaman dengan menggunakan tanah.

e. Penyiraman

Penyiraman bertujuan untuk memenuhi keperluan air tanaman agar tanaman tidak kekurangan air atau kekeringan, dapat tumbuh dan berproduksi optimum. Penyiraman bisa secara manual menggunakan gembor, mekanis dengan irigasi tetes atau dengan dipompa. Tanaman sayur-sayuran dan buah-buahan pada umumnya tidak cocok ditanam pada tanah yang kelebihan air. Kondisi tanah yang cukup lembab tidak terlalu basah sesuai untuk pertumbuhan tanaman tersebut.

f. Pengendalian hama penyakit

Hama dan penyakit sering menyerang tanaman sayur-sayuran dan buah-buahan yang dapat menimbulkan kerugian baik secara kualitas maupun kuantitas. Oleh karena itu, perlu pengendalian agar tanaman terhindar dari serangan hama dan penyakit. Hama sayur-sayuran dilahan rawa antara lain ulat grayak, lalat buah dan ulat jengkal, sedangkan penyakit yang sering menyerang sayur-sayuran adalah antraknose, layu bakteri dan busuk buah (Asikin dan Thamrin, 2006; Budiman dan Mukhlis, 2006).

Teknik pengendalian yang dianjurkan adalah budidaya tanaman sehat (benih unggul dari varietas adaptif, rotasi tanaman, kecukupan hara), sanitasi lingkungan, eradikasi (pembakaran tanaman sakit) dan penggunaan pestisida secara bijak (Budiman dan Mukhlis, 2006). Lahan bekas tanaman cabai atau tomat tidak dianjurkan untuk ditanami terong atau sebaliknya. Ulat yang menyerang sebaiknya dipungut dengan tangan. Apabila terjadi serangan di pertanaman, diutamakan menggunakan insektisida nabati, namun pada tingkat serangan yang tinggi dianjurkan menggunakan obat kimia (pestisida). Penggunaan pestisida harus dihentikan 10 hari sebelum panen agar residunya hilang, sehingga tidak berbahaya bagi kesehatan manusia (Najiyati *et al.*, 2005).

g. Panen dan pasca panen

Umur dan cara panen sayur-sayuran bervariasi. Sayuran daun seperti salad, sawi, caesin, kangkung cabut, dan bayam cabut, dipanen serempak pada umur 25-50 hari dengan cara mencabut seluruh tanaman. Panen yang terlambat mengakibatkan tanaman keras dan berserat. Sayuran buah dan kacang-kacangan seperti cabai, tomat, timun, oyong, pare, kacang panjang dan buncis dipanen secara bertahap. Pemanenan hanya dilakukan pada buah yang masih muda dan sudah siap petik. Cabai dan tomat dapat dipanen apabila ukuran buahnya sudah maksimal dan sebagian sudah berwarna hijau kemerahan.

Panen pertama buah cabai dilakukan saat tanaman berumur 70-75 hari setelah semai dan dipanen 3-4 hari secara periodik. Buah cabai dapat dipanen sebanyak 7-10 kali. Panen pertama buah tomat dilakukan pada saat tanaman berumur 90-100 hari setelah semai (tergantung varietas dan kondisi tanaman). Panen dapat dilakukan antara 10-15 kali dengan selang waktu 2-3 hari sekali. Buah siap dipanen adalah buah yang sudah matang 30% (Hairani *et al.*, 2006b; Setiawati *et al.*, 2007).

Panen pertama mentimun dapat dilakukan setelah tanaman berumur 75-85 hari. Masa panen biasanya berlangsung 1-1,5 bulan. Panen dapat dilakukan setiap hari, umumnya diperoleh 1-2buah/tanaman setiap kali petik. Buah mentimun layak petik adalah buah yang masak penuh dengan warna seragam mulai dari pangkal hingga ujung buah. Buah yang dipetik terlalu awal akan mudah keriput, sebaliknya buah yang terlambat dipetik rasanya akan berubah menjadi pahit. Pemetikan dilakukan dengan cara memotong sebagian dari tangkai buahnya menggunakan gunting pangkas atau pisau. Pemetikan sebaiknya dilakukan pada pagi hari agar buah masih segar karena penguapan sedikit.

Pemanenan oyong dapat dilakukan berulang-ulang. Panen pertama dilakukan pada saat tanaman berumur 40-70 hari setelah tanam. Ciri-ciri umum buah oyong yang siap dipanen antara lain adalah buah berukuran maksimum, tidak terlalu tua, belum berserat, dan mudah dipatahkan.

Paria dapat dipanen pada umur sekitar 55 hari setelah tanam. Panen dapat dilakukan berkali-kali untuk merangsang pembentukan buah baru. Sedangkan tanaman selada dapat dipanen setelah berumur lebih kurang dua bulan. Panen dapat dilakukan dengan cara mencabut batang tanaman dengan akar- akarnya atau memotong pangkal batang.

Panen pertama terong dapat dilakukan setelah tanaman berumur empat bulan. Tanaman buncis tipe semak/tegak dapat dipanen pada umur 60-70 hari, dengan interval 4-5 kali panen, sehingga umur tanaman hanya tiga bulan. Sedangkan kubis dapat dipanen setelah kropnya besar, penuh dan padat. Bila pemungutan terlambat krop akan pecah dan kadang-kadang busuk. Pemungutan dilakukan dengan memotong krop berikut sebagian batang dengan disertakan 4-5 lembar daun luar, agar krop tidak mudah rusak (Setiawati *et al.*, 2007)

Bawang merah dapat dipanen setelah umurnya cukup tua, biasanya pada 60-70 hari setelah tanam. Tanda-tanda bawang merah sudah matang antara lain 60% leher batang lunak, tanaman rebah, dan daun menguning. Penen sebaiknya dilakukan pada keadaan tanah kering dan cuaca yang cerah untuk mencegah serangan penyakit busuk umbi di gudang. Bawang merah yang telah dipanen kemudian diikat pada batangnya untuk mempermudah penanganan. Selanjutnya umbi dijemur sampai cukup kering (1-2 minggu) dibawah sinar matahari langsung, atau kadar air kurang lebih 80% (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Tanaman jeruk dipanen bila sudah masak optimal, karena buah jeruk tergolong kelompok buah non klimaterik, artinya buah yang sudah dipanen mutunya tidak dapat berubah selama periode penyimpanan tertentu. Ciri-ciri fisik buah jeruk siap panen adalah warna kulit buah kuning-kemerahan, mengkilap, tekstur dan kulit buah agak lunak, dan tangkai buah berwarna kecoklatan. Bila pemanenan dilakukan sebelum mencapai umur petik akan menghasilkan mutu buah yang rendah, yaitu rasa masam, getir, tidak beraroma, kulit buah tebal dan warna kulit buah kusam. Cara pemetikan dengan menggunakan gunting dan sekaligus dengan tangkai buahnya. Umur petik optimal buah jeruk berbeda tergantung dengan varietasnya. Jeruk Siam banjar memiliki umur petik optimum 34 minggu setelah bunga mekar (Setiono, 2008).

Tanaman nenas dipanen bila menunjukkan ciri-ciri mahkota buah telah terbuka, tangkai buah mengkerut, mata buah berbentuk bulat serta telah mendatar, warna dasar buah mulai menguning dan aroma khas nenas muncul. Nenas dapat dipanen umur 1-2 tahun tergantung varietasnya.

Penutup

Teknik budidaya tanaman hortikultura di lahan rawa berbeda dibandingkan dengan agroekosistem lainnya. Lahan rawa mempunyai ciri spesifik, sehingga memerlukan teknik pengelolaan lahan, hara dan tanaman yang spesifik pula. Pengelolaan lahan dilakukan sedemikian rupa, sehingga lapisan pirit tidak terekspos yang berbahaya bagi tanaman. Ameliorasi sangat diperlukan untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, antara lain meningkatkan pH tanah dan ketersediaan unsur hara serta menurunkan ion-ion beracun seperti Al^{3+} . Pemberian bahan amelioran dapat dilakukan secara in-situ dengan memanfaatkan sumberdaya yang tersedia seperti biomassa gulma maupun secara eks-situ melalui pemberian bahan organik, kompos maupun pupuk kandang. Pemberian pupuk berimbang dapat meningkatkan kesuburan tanah rawa dan meningkatkan produktivitas tanaman. Pemilihan jenis dan varietas tanaman yang tepat juga berperan penting dalam pengelolaan budidaya tanaman hortikultura di lahan rawa.

Daftar Pustaka

- Achmadi dan I. Las. 2006. Inovasi teknologi pengembangan pertanian di lahan rawa lebak. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Rawa Lebak Terpadu. Balittra. Banjarbaru. Hlm. 21–36.
- Alwi, M., M. Noor, dan Y.Lestari. 2006. Budidaya sayur-sayuran di lahan gambut. Hlm 39-56. *Dalam: Noor et al., (Eds).* Budidaya Sayur-sayuran di Lahan Rawa. Balai Besar Sumber Daya Lahan Rawa.
- Anonim. 2015. Peluang ekspor sayur & buah masih menjanjikan. 23 Januari 2015. <http://majalahhortus.com/hortikultura/item/48-peluang-ekspor-sayur-buah-masih-menjanjikan.html>. Diunduh tanggal 3 April 2017.
- Asikin, S. dan M. Thamrin. 2006. Pengendalian hama serangga sayur-sayuran ramah lingkungan di lahan rawa pasang surut. Hlm. 73-85. *Dalam: Noor et al., (Eds).* Budidaya Sayur-sayuran di Lahan Rawa. Balai Besar Sumber Daya Lahan Rawa.
- Bancin, R.R., Murniati, dan Idwar. 2016. Pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum l.*) di lahan gambut yang diberi amelioran dan pupuk nitrogen. JOM FAPERTA.
- BBSDLP. 2014. Sumberdaya lahan pertanian Indonesia. Luas, penyebaran dan potensi. Laporan Teknis 1/BBSDLP/10/2014. Edisi ke-1. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 56 Hlm.
- Breemen, N.V. 1976. Genesis and solution chemistry of acid sulphate soils in Thailand. Ph.D.Thesis. Centre Agric. Publ.Duc. Wageningen. 283 Hlm.
- BPS. 2013. Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035. BPS Jakarta-Indonesia. 458 Hlm.
- Budiman, A. dan Mukhlis. 2006. Penyakit penting sayur-sayuran di lahan rawa pasang surut dan cara-cara pengendaliannya. Hlm. 87-105. *Dalam: Nooret al., (Eds).* Budidaya Sayur-sayuran di Lahan Rawa. Balai Besar Sumber Daya Lahan Rawa.
- Daryono, H. 2009. Potensi, permasalahan dan kebijakan yang diperlukan dalam pengelolaan hutan dan lahan rawa gambut secara lestari. Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan. 6(2):71-101.
- Hairani, A. dan I. Noor. 2005. Teknologi Perbaikan Lahan Sulfat Masam Aktual. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Hairani, A., I. Noor., dan Achmadi. 2006a. Teknologi perbaikan lahan sulfat masam aktual. Laporan Tahunan Penelitian Lahan Rawa. Hlm. 6-10. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Hairani, A. I. Noor dan M. Saleh. 2006b. Tehnologi budidaya sayur-sayuran di lahan sulfat masam aktual. Hlm. 23-37. *Dalam: Nooret al., (Eds).* Budidaya Sayur-sayuran di Lahan Rawa. Balai Besar Sumber Daya Lahan Rawa.

- Haryono, M. Noor, H. Syahbuddin, dan M. Sarwani. 2013. Lahan Rawa, Penelitian dan Pengembangan. IARRD Press. Litbang Pertanian. Jakarta. 103 Hlm.
- Indrayati, L., Koesrini, I. Khairullah, A. Fahmi, dan Achmadi. 2006. Teknologi peningkatan produktivitas lahan sulfat masam potensial. Hlm. 19-30. *Dalam: Nooret al., (Eds). Laporan Tahunan Penelitian Pertanian Lahan Rawa Tahun 2005. Balai Penelitian Penelitian Lahan Rawa.*
- Khairullah, I., M. Alwi, M. Noor, I. Ar-Riza, dan A. Budiman. 2011. ½ Abad Balittra “Rawa Lumbung Pangan menghadapi Perubahan Iklim. Balai Penelitian Lahan Rawa. Balittra. 71 hlm.
- Koesrini, E. William dan D. Nursyamsi. 2014. Application of lime and adaptable variety to increase tomato productivity at potential acid sulphate soil. *Journal of Tropical Soil.* 19(2):69-76.
- Limin, S.H. 2006. Pemanfaatan Lahan Gambut dan Permasalahannya. Centre For International Cooperation In Management Of Tropical Peatland (Cimtrop) Universitas Palangka Raya (UNPAR). 21 hlm
- Najiyati, S., L. Muslihat, dan I. N. N., Suryadiputra. 2005. Panduan Pengelolaan Lahan Gambut Untuk Pertanian Berkelanjutan. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International – Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor. Indonesia. 241 Hlm.
- Noor, M., H. Sutikno dan A. Jumberi. 2006. Perspektif pengembangan sayur-sayuran di lahan rawa. *Dalam: Noor et al., (Eds).* Hlm:1-8. Budidaya Sayur-sayuran di Lahan Rawa. Balai Besar Sumber Daya Lahan Rawa.
- Noor, M., Y. Lestari, NoorGINAYuwati, dan M. Alwi. 2007. Teknologi peningkatan produktivitas dan konservasi lahan gambut. Hlm. 33-42. *Dalam: Nooret al. (Eds). Laporan Tahunan Penelitian Pertanian Lahan Rawa Tahun 2006. Balai Penelitian Penelitian Lahan Rawa.*
- Noor, M. 2007. Rawa Lebak, Ekologi, Pemanfaatan, dan Pengembangannya. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 274 hlm.
- Noor, M. 2012. Pengembangan teknologi budidaya dan agribisnis hortikultura di lahan gambut : prospek, kendala dalam perspektif perubahan iklim. Makalah disajikan pada seminar Nasional Hortikultura di Univ. Udayana dan Perhimpunan Hortikultura Indonesia (Perhorti), Denpasar, Bali 25-26 Nov 2010.
- Noor, M., M. Alwi, Mukhlis, D. Nursyamsi, dan M. Thamrin. 2013. Lahan Gambut: Pemanfaatan dan Pengembangannya untuk Pertanian. Kanisius, Yogyakarta. 256 hlm.
- Nursyamsi, D., M. Alwi, M. Noor, K. Anwar, E. Maftu'ah, I. Khairullah, I. Ar-Riza, S. Raihan, R. S. Simatupang, NoorGINAYuwati, A. Jumberi. 2014a. Buku Pedoman Pengelolaan Lahan Rawa Lebak untuk Pertanian Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian. IAARD Press. Jakarta. 72 hlm.
- Nursyamsi, D., M. Noor, dan Haryono. 2014b. Sistem Surjan Model Pertanian Lahan Rawa Adaptif Perubahan Iklim. IAARD Press. Jakarta. 98 hlm.

- Prayudi,B. M.Alwi dan H.M.Z. Arifin, 2003. Karakterisasi, potensi dan daya hasil beberapa jenis dari varietas sayur-sayuran di lahan gambut dangkal. Laporan Hasil Penelitian Tahun Anggaran 2003. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.63 hlm.
- Priatmadi,B. J dan A. Haris. 2009. Reaksi pemasaman senyawa pirit pada tanah rawa pasang surut. J. Tanah Trop. 14(1):19-24.
- Purbiati, T., A. Supriyanto, dan A. Umar. 2010. Pengkajian adaptasi varietas-varietas bawang merah pada lahan gambut di Kalimantan Barat. Hlm. 62-67. *Dalam: I M.S. Utama et al., (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Hortikultura Indonesia Perhimpunan Hortikultura Indonesia dan Universitas Udayana.*
- Purbiati, T. 2012. Potensi bawang merah di lahan gambut. J. Litbang Pert. 31(3):1133-118.
- Saleh, M. dan Koesrini. 2016. Penggunaan kapur dan varietas adaptif untuk meningkatkan hasil tanaman cabai (*Capsicum annum*) di lahan sulfat masam potensial. Hlm. 360-365. *Dalam: T.Joko,S.Rahman, A. Bihrajihat (Eds) Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian UGM Yogyakarta.*
- Setiawati, W., R. Murtiningsih, dan T. Handayani.2007. Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Sayur-sayuran.Balai Penelitian Tanaman Sayuran.135 hlm
- Setiono. 2008. Teknologi Budidaya Tanaman Jeruk Sehat. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Tropika.18 hlm.
- Sihite,L.W., P.Marbun, Mukhlis.2013. Klasifikasi tanah gambut topogen yang dijadikan sawah dan dialihfungsikan menjadi pertanaman kopi arabika dan hortikultura. Jurnal Online Agroekoteknologi. 2(1):200-212.
- Simatupang,R.S., Nurita, dan D.Nazemi. 2014. Inovasi teknologi penataan dan penyiapan lahan rawa pasang surut. Hlm. 49-72. *Dalam: D.Nursyamsi et al., (Eds) Teknologi Inovasi Lahan Rawa Pasang surut Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional. Badan Litbang Pertanian.*
- Subagyo, H. 2006. Klasifikasi dan Penyebaran Lahan Rawa. Hlm. 1-22. *Dalam: Didi Ardi et al. (Eds) Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.*
- Subagyo, H. 2006a.Lahan rawa lebak.Hlm. 99-116.*Dalam:Didi Ardi et al. (Eds.) Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.Departemen Pertanian.*
- Subagyo, H. 2006b.Lahan rawa pasang surut. Hlm. 23-98. *Dalam:Didi Ardi et al.(Eds) Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.Departemen Pertanian.*

- Suriadikarta, D.A. 2005. Pengelolaan lahan sulfat masam untuk usaha pertanian. *Jurnal Litbang Pertanian*, 24(1):36-45.
- Suriadikarta, D.A., dan D.Setyorini. 2005. Teknologi pengelolaan lahan sulfat masam. Hlm. 117-150. *Dalam: Didi Ardi et al., (Eds) Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Subagio, H., M.Noor., W.A.Yusuf., dan I.Khairullah. 2015. *Perspektif Pertanian Lahan Rawa Mendukung Kedaulatan Pangan*. Jakarta. IAARD PRESS. 108 Hlm.
- Sudana, W. 2005. Potensi dan prospek lahan rawa sebagai sumber produksi pertanian. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian*. 3(2):141-151.
- Sumarni, N. dan A.Hidayat. 2005. *Budidaya Bawang Merah*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. 22 Hlm.
- Wiryanta, B.T.W. 2002a. *Bertanam Cabai pada Musim Hujan*. Agro Media Pustaka Jakarta. 91 Hlm.
- Wiryanta, B.T.W. 2002b. *Bertanam Tomat*. Agro Media Pustaka. 101 Hlm.
- Yenni. 2012. Ameliorasi Tanah sulfat masam potensial untuk budidaya tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Lahan Suboptimal*. 1(1):40-49.

DAMPAK PENGGUNAAN ALSINTAN TERHADAP PENGELOLAAN LAHAN DAN SOSIAL EKONOMI PETANI DI LAHAN PASANG SURUT

Sudirman Umar¹⁾, Trip Alihamsyah²⁾ dan Anjar Suprpto ²⁾

- 1) Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa Banjarbaru
Jln. Kebun Karet Loktabat Utara, Banjarbaru, Kalsel
- 2) Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian
Jln. Situgadung, Serpong, Tangerang, Banten
Email: sudirman_pbr@yahoo.co.id

Ringkasan

Penggunaan alat dan mesin pertanian prapanen, panen dan pascapanen meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan mendukung program ekstensifikasi dengan penanaman yang lebih luas, lebih cepat dan secara serempak hingga indeks pertanaman (IP) meningkat. Peran mekanisasi pertanian pada lahan rawa pasang surut dan lahan bergambut mempunyai prospek yang cukup baik dalam mendukung usaha pelestarian swasembada beras. Alat dan mesin pertanian (alsintan) yang cocok untuk dikembangkan di daerah pasang surut masih sangat terbatas karena adanya keragaman kondisi lahan, tata ruang, keterpencilan lokasi, ketersediaan suku cadang dan agro-ekosistem yang spesifik. Bila pengelolaan alsintan dilakukan secara baik dan benar akan meningkatkan efisiensi kinerja alsintan tersebut. Alsintan mesin pengolahan tanah (*hand tractor*) dapat mengerjakan tanah lebih luas dan lebih cepat, sedangkan pompa air (*water pump*) dapat menjamin ketersediaan air, sesuai dengan kebutuhan tanaman. Penggunaan berbagai jenis alsintan, selain meningkatkan efektivitas dan efisiensi usahatani secara teknis dan ekonomis juga akan menciptakan lapangan kerja baru seperti unit usaha pelayanan jasa alat mesin pertanian, yang didukung oleh munculnya usaha penyediaan suku cadang (*spare parts*) dan perbengkelan perawatan alat dan mesin. Pembangunan pertanian dengan sistem mekanisasi pertanian berdampak pada meningkatnya usahatani yang dilakukan, produksi dan produktivitas meningkat, akibatnya terjadi perubahan dalam kehidupan sosial dan ekonomi petani. Penggunaan alsintan di tingkat petani terus didorong oleh pemerintah antaranya melalui unit Usaha Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA). Melalui UPJA semua kegiatan usahatani dapat dilaksanakan menggunakan alsintan. Adanya UPJA mendorong pemanfaatan alsintan oleh petani yang sekaligus merupakan terobosan untuk mengatasi masalah agar pemanfaatan alsintan dilakukan secara bersama-sama dengan sistem sewa, sehingga akan menguntungkan. Peran UPJA dalam sistem produksi tanaman adalah melakukan introduksi teknologi alsintan dengan sistem manajemen maju, sehingga memberikan keuntungan bagi pengelolaanya dan bermanfaat bagi penggunaanya. Oleh sebab itu, pengembangan alsintan di

lahan rawa pasang surut lebih diarahkan kepada sistem usaha jasa penyewaan sehingga memberikan dampak terhadap pengelolaan lahan yang lebih baik bagi petani yang mempunyai lahan berukuran kecil maupun dengan luasan lahan yang besar.

Pendahuluan

Mekanisasi pertanian adalah salah satu komponen dalam sistem pembangunan pertanian dan tidak lepas dari perubahan lingkungan strategis. Pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia tidak terlepas dari perubahan struktur ekonomi yang berjalan berkesinambungan. Sejalan dengan perubahan struktur tersebut terjadi peningkatan kualitas pendidikan di pedesaan dan aksesibilitas, sehingga meningkatkan arus sumberdaya dan informasi antardaerah. Dengan demikian terjadi mobilitas tenaga kerja antarwilayah, jadi perubahan struktural tersebut menyebabkan petani dalam menjalankan usahatannya semakin kritis. Dalam proses demikian usahatani yang dijalankan bukan lagi bersifat kekeluargaan yang subsisten, tetapi sudah mengarah komersialisasi yang berorientasi pasar (Kasryno dan Suryana, 1988 *dalam* Ananto dan Alihamsyah, 2014).

Sebelum adanya program mekanisasi, petani menggarap sawahnya menggunakan tenaga hewan atau dengan cara mencangkul dan sekarang lahan pertanian sudah digarap dengan bantuan mesin (traktor). Demikian juga dalam memanen yang dulunya banyak memanfaatkan tenaga kerja panen, saat ini sudah menggunakan alat dan mesin panen, kemudian merontok gabah menggunakan thresher sehingga penggunaan tenaga manusia menjadi berkurang. Penggunaan alat dan mesin disatu sisi memang menguntungkan, tapi disisi lain hubungan sosial masyarakat petani, menjadi renggang. Dengan penggunaan mesin pertanian untuk memanen dan merontok, gabahnya tidak ada yang tercecer menyebabkan populasi burung menurun atau bermigrasi ketempat lain. Padahal keberadaan burung merupakan salah satu mata rantai makanan dalam suatu ekosistem masyarakat petani.

Sebelum masuknya teknologi mekanisasi pertanian dan penerapannya mulai dari pembukaan dan pengolahan lahan, hingga menjelang panen dan pascapanen, yang selalu mendominasi setiap langkah petani untuk melaksanakan usahatannya berdasarkan kepercayaan (nilai-nilai keagamaan). Kebiasaan petani dalam memulai kegiatan bertani yakni mencari dan menentukan hari dan bulan baik untuk bercocok tanam, sehingga selama proses pertumbuhan dapat mencapai waktu untuk memanen hasil

pertaniannya. Sebelum pelaksanaan panen padi misalnya, selalu didahului dengan acara do'a dan selamat bersama di sekeliling sawah/ladang agar hasil panennya meningkat dan mendapatkan perlindungan dan berkah dari Tuhan Yang Maha Kuasa.

Setelah diterapkannya teknologi biologis dan biokimia, eksistensi nilai agama (kepercayaan) tersebut, telah bergeser dan bahkan ada yang telah hilang dan berubah bersifat rasional. Wawasan dan cara berfikir mereka menjadi lebih terbuka bahwa meningkatnya hasil panen tidak semata-mata ditentukan oleh do'a selamat disekeliling sawah/ladang, tetapi ditentukan oleh teknologi budidaya yang diawali dengan penanaman bibit unggul, pengolahan tanah, penggunaan pupuk, pemberantasan hama sampai kepada panen dan penanganan pascapanen. Hal ini menunjukkan bahwa cara dan tingkat rasionalitas berfikir mereka semakin meningkat dan bertambah maju, sementara nilai-nilai agama (kepercayaan) makin memudar bahkan hilang.

Peran sektor pertanian dalam pembangunan nasional saat ini semakin strategis. Hal itu tergambar dari kegiatan ketahanan pangan, energi terbarukan, daya saing dan kesejahteraan masyarakat. Tantangan dan berbagai masalah yang semakin kompleks dalam pengembangan pertanian menuntut upaya peningkatan produktivitas, efisiensi, mutu, nilai tambah dan daya saing produk pertanian. Kementerian pertanian telah menetapkan visi pertanian tahun 2015 adalah terwujudnya sistem pertanian industrial berkelanjutan yang berdaya saing dan mampu menjamin ketahanan pangan dan kesejahteraan petani (Departemen Pertanian, 2006).

Mekanisasi pertanian mempunyai peran penting dan strategis dalam pengembangan sistem pertanian industrial. Selain meningkatkan luas garapan dan intensitas tanam mekanisasi pertanian juga berperan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi usahatani, menekan kehilangan hasil dan meningkatkan mutu dan nilai tambah produk pertanian serta memperluas kesempatan kerja di pedesaan melalui terciptanya sistem agribisnis terpadu, yang pada akhirnya akan memacu kegiatan ekonomi di pedesaan (Manwan dan Ananto, 1994 dalam Ananto dan Alihamsyah, 2014). Dengan dukungan teknologi mekanisasi pertanian tepat guna, pengembangan industri pertanian dan pedesaan yang mandiri merupakan titik penentu dalam mewujudkan industri pertanian khususnya tanaman padi yang efisien, berdaya saing dan berkelanjutan (Suryana, 2007).

Masalah pembangunan pertanian di lahan pasang surut selain keterbatasan tenaga kerja, juga karena adanya keragaman kondisi lahan, tata ruang, lokasi yang jauh dari pusat kota, agro-ekosistem yang spesifik, tidak tersedianya suku cadang alsintan apabila terjadi kerusakan saat operasi. Kendala lain bila dimasukkannya alsintan ke lokasi pertanian pasang surut adalah kurang sesuainya luas lahan yang dioperasikan alsintan karena lahan relatif sempit serta produktivitas lahan rendah.

Masalah teknis dalam penerapan teknologi mekanisasi pertanian di lahan pasang surut perlu segera diatasi. Untuk itu sudah tersedia berbagai paket teknologi pertanian spesifik lokasi yang mampu mengangkat citra lahan rawa pasang surut yang marginal menjadi lahan produktif sebagai sentra produksi bahan pangan, terutama beras. Teknologi spesifik lokasi tersebut merupakan perpaduan teknologi pengelolaan lahan dan tata air serta teknologi budidaya pertanian spesifik lokasi. Namun demikian keberhasilan pengembangan pertanian lahan rawa tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi harus didukung tersedianya sarana dan prasarana tata air yang memadai serta dukungan kelembagaan penunjang usahatani, dan yang utama adalah partisipasi masyarakat dalam hal pengelolaan lahan hubungannya dengan penggunaan alsintan. Tulisan ini membahas masalah dan dampak penggunaan alsintan dalam meningkatkan produksi dan produktivitas terhadap pengelolaan lahan dan sosial ekonomi petani di lahan pasang surut.

Pengembangan Mekanisasi di Lahan Pasang Surut

Pemanfaatan lahan rawa dihadapkan pada kelangkaan tenaga kerja manusia terutama pada kegiatan pengolahan tanah, panen dan pascapanen. Cara mengatasinya adalah dengan menambah atau mendatangkan tenaga kerja manusia dari luar, menggunakan tenaga hewan atau mesin. Penambahan tenaga kerja manusia sebenarnya merupakan alternatif yang terbaik karena dapat mengurangi tenaga kerja pengangguran, namun kenyataannya tenaga kerja manusia sudah banyak mengalihkan pekerjaannya diluar pertanian. Penambahan tenaga kerja hewan juga dihadapkan pada semakin berkurangnya populasi hewan pekerja, karena dipersiapkan sebagai hewan potong dan alternatif selanjutnya adalah menggunakan mesin-mesin pertanian.

Usaha dalam penerapan teknologi baru, baik yang didatangkan dari luar maupun yang dikembangkan dari daerah itu sendiri hendaknya

disesuaikan dengan kondisi setempat, contohnya dalam pemakaian traktor di wilayah pertanian sampai sekarang belum banyak berkembang karena adanya beberapa kendala. Kendala tersebut dapat terjadi dari petani sebagai pengguna dan pengusaha sebagai penyedia. Permasalahan yang dihadapi oleh petani, antara lain: lahannya sempit, produktivitas lahan rendah, belum adanya jaminan pasar yang mantap dari produk petani, dan masih rendah kerjasama antara kelompok tani dan kelembagaan desa, kondisi ini menyebabkan pendapatan petani rendah. Sedangkan dari pihak pengusaha yang akan menginvestasikan modalnya dibidang pertanian masih sedikit disebabkan kurangnya informasi tentang potensi desa dan bunga kredit yang terlalu tinggi untuk mengusahakan alsintan. Dalam menerapkan mesin-mesin pertanian agar dikemudian hari tidak menjadi besi tua, maka langkah yang harus dilakukan adalah melakukan perencanaan yang baik, yaitu dengan mengetahui dan meningkatkan kemampuan petani untuk menggunakan mesin-mesin tersebut dan melakukan pengelolaan mesin-mesin dengan manajemen yang baik dan komersial.

Kendala Pengembangan Mekanisasi Pertanian di Lahan Pasang Surut

Kendala teknis

Pengembangan alsintan di pedesaan khususnya di lahan rawa, secara teknis terkendala oleh kondisi topografi lahan serta terbatasnya infrastruktur jalan dan fasilitas perbengkelan untuk perbaikan alsintan. Kendala tersebut meliputi (a) ukuran petakan yang relatif sempit dan tidak teratur antara sesama petani, sehingga mobilitas alsintan terbatas karena jalan kebun untuk transportasi pindah tempat operasi alsintan terbatas, (b) operasi alsintan hanya bersifat musiman, dengan demikian hari kerja alsintan/tahun terbatas, akibatnya titik impas penggunaan alsintan tidak tercapai, (c) rendahnya kapasitas dan efisiensi kerja karena operator kurang terampil serta tingginya kerusakan alat, (d) panen biasanya pada musim hujan sehingga memerlukan pengering (*dryer*) sementara penggunaan *dryer* masih belum layak karena terbatas kapasitas dan hari kerja, (e) jadwal kegiatan usahatani yang kurang teratur karena harus berpindah-pindah tempat akibatnya menurunkan efisiensi, dan (f) fasilitas bengkel perbaikan yang belum tersedia di lokasi setempat dan harus dilakukan di luar lokasi dengan harga tinggi sehingga banyak waktu hilang.

Kendala sosial ekonomi

Kendala yang dihadapi dalam pengembangan alsintan dari aspek sosial ekonomi antara lain: tingginya harga alsintan dan terbatasnya modal/fasilitas kredit pengadaan alsintan, disamping masalah pemilikan lahan yang sempit, pendidikan dan ketrampilan petani terbatas, serta tingkat ekonomi yang lemah. Dengan luas garapan yang sempit dan efisiensi usahatani yang rendah, sulit bagi petani memperoleh uang tunai yang cukup untuk mengembangkan alsintan, sementara harga padi pada saat panen rendah. Tingkat pendidikan dan ketrampilan petani yang relatif rendah dari segi teknis maupun manajerial, menyebabkan rendahnya kinerja teknis alsintan, akhirnya biaya operasi alsintan tinggi dan tidak layak (Ananto dan Alihamsyah, 2014).

Kendala kelembagaan penunjang

Masalah yang dihadapi dalam pengembangan alsintan dari aspek kelembagaan adalah: (1) lemahnya dukungan eksternal seperti langkanya kelembagaan sosial/ekonomi di pedesaan yang dapat menunjang pengembangan alsintan, seperti penjual alsintan, bengkel alsintan, lembaga perkreditan, koperasi kelompok tani dan penyuluh alsintan, sistem standarisasi, kelembagaan jasa sewa alsintan dan peraturan yang menjamin kepastian berusaha di bidang alsintan; (2) belum/tidak tersedianya fasilitas bengkel di lokasi, menyebabkan perbaikan harus dilakukan di ibukota provinsi dengan biaya tinggi. Akibatnya banyak waktu terbuang. (3) pengadaan alsintan dihadapkan pada ketidak-tersediaan fasilitas kredit dari *dealer*. Sementara mobilisasi dana/modal sulit berkembang karena belum tersedia lembaga keuangan/bank di desa yang dapat melayani petani. Sedangkan akses kepada skim kredit yang disediakan lembaga perbankan dan pemerintah juga sulit, dan (4) kemampuan manajerial/pengelolaan alsintan yang terbatas (Ananto dan Alihamsyah, 2014).

Kebutuhan mekanisasi

Penggunaan alat dan mesin pertanian (alsintan) di lahan rawa selain bersifat spesifik juga dibatasi oleh daya pakai. Umumnya daya pakai alsintan di lahan rawa hanya dapat bertahan 2-3 tahun. Alsintan yang cocok untuk dikembangkan di daerah pasang surut masih sangat terbatas karena adanya keragaman kondisi lahan, tata ruang, keterpencilan lokasi, ketersediaan suku cadang, dan agro-ekosistem yang spesifik. Sebagian alsintan, baik impor

maupun produk dalam negeri belum banyak dimanfaatkan petani karena kurang sesuai dengan kondisi ekosistem dan kebutuhan petani. Berdasarkan potensi tanaman pangan yang berkembang di lahan rawa pasang surut antara lain: padi, jagung, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubikayu dan ubijalar, maka pengembangan alsintan diharapkan mendukung industrialisasi pertanian (*agroindustry*) sehingga dapat meningkatkan pendapatan, nilai tambah dan peluang kesempatan kerja.

Mekanisasi pertanian di lahan rawa pasang surut sudah menjadi kebutuhan untuk mengatasi keterbatasan tenaga kerja dalam usahatani, karena luas lahan yang diusahakan tidak dapat dikerjakan hanya dengan mengandalkan tenaga kerja keluarga, apalagi jika anggota keluarga tersebut mempunyai pekerjaan lain di luar usahatani. Mekanisasi pertanian termasuk teknologi pascapanen merupakan strategi untuk mentransformasi pertanian tradisional ke pertanian industrial. Penerapan mekanisasi dan penggunaan alsintan di lahan rawa pasang surut sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi usahatani. Mekanisasi pertanian meliputi kegiatan penyiapan lahan, pengolahan tanah, pengelolaan air, penanaman, pemeliharaan, pemanenan dan pascapanen. Peluang mekanisasi di lahan rawa cukup besar seiring dengan meningkatnya jumlah alsintan yang digunakan dalam kegiatan usahatani. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan alsintan tersebut, maka diperlukan dukungan kelembagaan mekanisasi di pedesaan. Kelembagaan tersebut mencakup asosiasi pengusaha, UPJA, lembaga kredit atau keuangan desa, bengkel, industri perawatan dan pemeliharaan. Dengan adanya lembaga-lembaga tersebut, maka operasional mekanisasi pertanian di pedesaan dapat berkelanjutan (Alamsyah, 2007).

Masalah sosial-ekonomi yang dihadapi petani meliputi :keterbatasan tenaga kerja, tingkat pendidikan yang rendah, harga hasil pertanian yang rendah, dan lemahnya dukungan kelembagaan untuk penyediaan modal, sarana produksi dan pemasaran hasil, serta aksesibilitas wilayah yang rendah. Berbagai faktor pembatas tersebut menyebabkan kelambatan dalam adopsi teknologi baru atau penerimaan terhadap informasi teknologi.

Daerah pasang surut yang telah direklamasi umumnya merupakan tempat pemukiman transmigran dengan populasi penduduk yang rendah, sehingga ketersediaan tenaga kerja untuk mengelola lahan dan usahatani sangat terbatas. Hal ini mengakibatkan tingkat pengelolaan usahatani tidak intensif. Oleh sebab itu perlu dukungan alsintan, terutama untuk mengatasi kelangkaan tenaga kerja dan perbaikan mutu hasil. Namun dengan lemahnya

permodalan dan keterampilan petani, pola pengembangan alsintan harus diarahkan pada UPJA, baik sebagai usaha perorangan maupun berkelompok. Kemampuan menggarap lahan umumnya kurang dari lahan yang dialokasikan per keluarga, karena keterbatasan tenaga kerja dan modal serta lahan yang kurang produktif. Umumnya petani melaksanakan pertanaman padi sekali setahun dengan pola tanam padi-bera. Sampai saat ini sebagian besar petani di lahan rawa pasang surut menanam padi varietas lokal, dan pada dua dekade terakhir sudah menanam varietas unggul antara lain; varietas Ciherang, Mekongga, dan Inpara sedangkan beberapa varietas unggul seperti Kapuas, Musi, Lematang, Sei Lilin, Banyuasin sudah jarang dijumpai di lapangan. Teknologi usahatani yang dikembangkan di lahan pasang surut harus bersifat spesifik lokasi dan disesuaikan dengan kondisi biofisik dan sosial kelembagaan.

Pengembangan mekanisasi

Kebijakan Pemerintah dibidang pertanian pada dasarnya merupakan suatu bentuk usaha dimana petani sebagai pelaku usahatani ingin mencapai keuntungan semaksimal mungkin dengan menekan biaya seminimal mungkin. Kegiatan usahatani di lahan rawa adalah masalah pengelolaan lahan dimana lahan harus dikerjakan dalam waktu cepat dan tepat agar dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya, artinya bahwa kegiatan tanam tepat waktu sehingga sumberdaya lahan dapat termanfaatkan dalam satu tahun dua atau tiga kali panen. Untuk itulah kebijakan Pemerintah dibidang pertanian di lahan rawa perlu dengan sistim mekanisasi yang dimulai dari pengolahan tanah hingga pascapanen. Kebijakan ini perlu didukung dengan sarana produksi yang terjangkau oleh petani, baik dari segi jumlah, waktu maupun harga dan peningkatan pengetahuan petani tentang teknologi budidaya sehingga petani dapat meningkatkan produksinya. Meningkatnya produksi, secara otomatis akan meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani dan selanjutnya berpengaruh terhadap pembangunan dan meningkatkan perekonomian di daerah tersebut. Untuk itulah diperlukan acuan dasar dalam pengembangan mekanisasi pertanian di lahan rawa.

Perkembangan mekanisasi pada dekade 1950-1960, ditandai oleh penggunaan alsintan berukuran besar, kemudian mendirikan MEKATANI dengan tujuan mendukung program ekstensifikasi dan peningkatan produksi pangan, tetapi penerapan alsintan skala besar gagal dengan dilikuidasinya

Mekatani. Pada dekade ini teknologi budidaya usahatani padi belum berkembang, petani masih menanam padi varietas lokal dengan produktivitas yang masih rendah.

Masuknya alsintan ukuran kecil dari negara Jepang pada periode 1960-1970 yang ditandai dengan terjadinya efisiensi teknis, pemilikan alsintan cenderung diarahkan ke tingkat petani. Selain itu tumbuhnya unit-unit penggilingan kecil yang menyebabkan adanya perubahan konsep mekanisasi yang utama. Pada periode ini perkembangan alsintan masih bersifat impor, kemudian dari aspek agroteknis dan ekonomis dari alsintan tersebut mulai diteliti dan selanjutnya dilakukan analisis kelayakan penggunaannya. Pada akhir dekade ini ditandai dengan dimulainya era revolusi hijau, yakni mulai dikembangkan varietas unggul baru yang berumur pendek, produktivitas tinggi dan responsif terhadap pemupukan (Ananto dan Alamsyah, 2014).

Studi penerapan alat-alat mekanis ini, yakni yang telah diuji-cobakan kepada petani antara lain; traktor tangan, alat pencacah bahan organik (rumput atau jerami), *thresher*, dan mesin pompa air. Penggunaan traktor tangan untuk mengolah tanah memerlukan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan ternak. Satu unit traktor tangan dalam sehari dapat mengolah satu hektar lahan sawah, sedangkan tenaga ternak, kemampuan sangat terbatas hanya $\pm$ 8 jam kerja per hari, diselesaikan dalam waktu lebih dari satu minggu. Untuk menerapkan mekanisasi pertanian perlu adanya kajian agar kedepan alsintan yang dibeli atau bersifat bantuan tidak menjadi besi tua yang hanya dibiarkan rusak. Kajiannya antara lain: kesiapan petani dalam menerima teknologi baru dan persepsi petani terhadap introduksi penerapan traktor. Tujuannya untuk mengetahui pendapat petani, baik dalam segi keberadaan traktor, dan kesanggupan menyewa traktor untuk mengolah lahan petani. Bila saat olah tanah traktor harus disewa, maka pendapatan petani dalam usahatani harus tinggi dengan cara mengubah usahatani *subsisten* menjadi usahatani yang berwawasan bisnis (Pranadji, 1985 dalam Djamhari, 2009).

Langkah selanjutnya adalah melakukan kajian tentang potensi daerah/desa. Potensi daerah yang perlu diketahui antaranya sumberdaya yang ada, misalnya kondisi tanah melalui pengukuran apakah pH tanah terlalu rendah atau unsur hara kurang. Tanaman harus tumbuh dan berkembang serta memperoleh hasil yang tinggi, sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan memberi input produksi yang diinginkan, dan tersedia pasar produk pertanian. Dengan kondisi seperti inilah petani diarahkan untuk menuju pertanian yang berbasis bisnis.

Studi kelayakan finansial penggunaan traktor roda dua (*hand tractor*), dapat dipakai sebagai referensi dalam operasional traktor, antara lain: dalam menentukan besarnya sewa traktor (harga/hektar), luas garapan yang harus dikerjakan per musim tanam (ha/tahun) untuk mencapai titik impas, serta pajak yang harus dibayar. Dengan demikian harus diketahui biaya yang dikeluarkan apakah lebih kecil daripada penerimaannya atau lebih besar, sehingga pengusahaan traktor tangan menguntungkan. Bagi petani tentunya menilai apakah dengan menggunakan traktor terdapat peningkatan produksi atau tidak, apabila ada peningkatan tentunya petani terus berbondong-bondong memanfaatkan traktor.

Perlunya lembaga untuk mengelola alat-alat mekanis di pedesaan. Lembaga pengelola berfungsi: menyediakan operator dan *helper tractor*, minyak, olie, pengelola keuangan, dan perbengkelan bila terjadi kerusakan. Lembaga ini di bawah organisasi kelompok tani dengan maksud akan mengutamakan pengolahan lahan untuk anggota kelompok tani kemudian untuk petani di sekitar dan bahkan dapat dikembangkan ke luar desa. Memang dalam penerapannya, teknologi akan berhadapan dengan faktor budaya, perilaku, dan nilai-nilai dalam masyarakat. Secara tradisional petani sangat sulit menerima introduksi berbagai hal baru, demikian juga dalam mengintroduksi komoditas usahatani baru. Perlu usaha dan upaya yang serius untuk meyakinkan petani agar mau menerima dan menerapkan teknik budidaya tersebut.

Era pra revolusi hijau

Usahatani padi pada dekade 1970-1980, memasuki revolusi hijau. Kemudian dekade selanjutnya melalui operasi khusus (Opsus) yang diawali pada tahun 1981, dan Supra Insus tahun 1987 dan mutu intensifikasi terus ditingkatkan. Alsintan dapat menjamin ketepatan waktu dalam usahatani, terutama dalam kegiatan penyiapan lahan, tanam dan panen. Dalam beberapa pertemuan para pakar membahas tentang konsekuensi mekanisasi pertanian yakni pengembangan traktor dan dampaknya terhadap tenaga kerja, intensitas tanam, produktivitas padi dan distribusi pendapatan. Kemudian dengan masuknya berbagai alsintan dari luar negeri diharapkan terjadi pengembangan industri dan pengrajin alsintan lokal yang bisa meniru dan mendesain alsintan yang sudah ada di dalam negeri.

Industri alsintan dalam negeri pada dekade selanjutnya ternyata semakin berkembang, namun produksi riilnya masih di bawah kapasitas terpasang,

dan menurut Sulaiman (1991) *dalam* Ananto dan Alihamsyah, (2014), hampir 55% dari kapasitas terpasang industri alsintan tidak terpakai. Jenis alsintan makin berkembang dari pra produksi hingga alsintan pascapanen, terutama dalam upaya memperbaiki mutu hasil dan mendukung pengembangan agroindustri/pengolahan hasil.

Pengembangan alsintan pada dekade akhir mengalami hambatan terutama untuk mengatasi harga bahan bakar minyak yang semakin melonjak, sehingga diupayakan untuk memanfaatkan sumber-sumber energi alternatif seperti penggunaan bahan bakar sekam untuk mesin pengering, kincir angin untuk memanfaatkan pompa air.

Masuknya peralatan mekanis, khususnya traktor tangan, threshers, pompa air dan penggilingan padi untuk usaha pertanian telah lama menjadi kenyataan, terutama setelah era Orde Baru. Kehadiran peralatan mekanis tersebut bukan saja mencerminkan bagian dari modernisasi pertanian di pedesaan, melainkan juga mencerminkan terjadinya proses transformasi pertanian keluarga ke arah industrialisasi pertanian. Walaupun dampak dan ukuran proses transformasi sangat terbatas, proses transformasi ini harus diterima sebagai kenyataan dan telah menimbulkan dampak yang signifikan terhadap sistem pertanian (padi sawah) di pedesaan. Dampak yang dimaksud bukan hanya terbatas pada perubahan di bidang efisiensi sistem produksi pertanian (khususnya usahatani padi sawah), dari mulai kegiatan praproduksi hingga pascapanen, melainkan juga di bidang efisiensi ekonomi, hubungan ketenagakerjaan dan distribusi pendapatan (Mayrowani dan Pranadji, 2012).

Dampak Mekanisasi terhadap Produksi dan Pendapatan Masyarakat

Peran mekanisasi pertanian terhadap perluasan areal baru, terutama pada lahan marjinal seperti lahan rawa pasang surut dan lahan bergambut memberikan prospek yang cukup baik dalam kaitannya dengan usaha pelestarian swasembada beras. Hasil penelitian dan studi dari dua ekosistem tersebut memberikan indikasi bahwa marjinalitas lahan tersebut bersifat dinamis, dimana unsur waktu, perkembangan teknologi budidaya padi, dan kekurangan alih teknologi memegang peranan penting dalam mematangkan tanah (Pulitbangtan, 1996*dalam* Umar dan Alihamsyah, 2014). Mekanisasi pertanian mempunyai peran tambahan dalam pertumbuhan produksi pertanian. Pertumbuhan ini dicerminkan oleh kemampuan untuk meningkatkan produksi total hasil pertanian yang diwujudkan oleh jumlah

fisik maupun nilai ekonomi dalam satu periode. Produksi dalam satu periode ditunjukkan oleh perubahan luas lahan pertanian yang dapat diusahakan, tingkat hasil dan intensitas pertanaman dalam satu tahun.

Peningkatan produksi

Peran alsintan dalam usaha agribisnis adalah untuk meningkatkan intensitas pertanaman dan produktivitas, meningkatkan kenyamanan kerja, memperkecil susut pascapanen, menurunkan biaya kerja dan mempertahankan kualitas produk. Bila pengelolaan alat dan mesin pertanian dilakukan secara baik dan benar akan meningkatkan efisiensi sesuai dengan kinerja alsintan tersebut. Keterkaitan alsintan dengan sistem budidaya komoditas sangat erat. Pada sistem budidaya yang lebih maju, penggunaan alsintan dapat meningkatkan produksi dan produktivitas, akhirnya sampai pada tingkat tertinggi, alsintan harus mampu memberikan produktivitas, efisiensi dan kualitas baik dari segi teknis maupun ekonomis (Alihamsyah *et al.*, 1995 *dalam* Umar dan Alihamsyah, 2014).

Peningkatan produktivitas kerja dicapai melalui peningkatan kapasitas kerja disetiap tahapan kegiatan produksi dengan penerapan alsintan, sedangkan peningkatan produksi dicapai dari adanya peningkatan indeks penanaman maupun perluasan areal melalui penerapan alsintan terutama pada kegiatan penyiapan lahan, penanaman dan panen (Ananto, 1997 *dalam* Ananto dan Alihamsyah, 2014). Peningkatan efisiensi produksi dan pendapatan usahatani dicapai melalui pengurangan biaya kerja dan kehilangan hasil serta adanya nilai tambah hasil dan limbah pertanian dengan penerapan alsintan budidaya, panen dan pascapanen serta pengolahan hasil pertanian. Peningkatan diversifikasi produksi, kualitas dan nilai tambah dapat dicapai melalui penerapan alsin pascapanen dan pengolahan hasil serta limbah pertanian untuk menghasilkan aneka produk olahan hasil dan limbah pertanian, seperti beragam tepung dan panganan, pakan ternak dan pupuk organik (Ananto dan Alihamsyah, 2014)

Pengembangan mekanisasi pertanian disuatu wilayah akan menumbuhkan berbagai kegiatan dalam hal pembuatan dan perbengkelan serta pemasaran dan UPJA. Usaha penyediaan dan penyewaan jasa serta pemeliharaan dan perbaikan alsintan merupakan bagian dari pengembangan agribisnis. Pengembangan mekanisasi pertanian termasuk teknologi pascapanen dan pengolahan hasil disuatu wilayah akan mendorong pengembangan agribisnis dan lapangan kerja serta tumbuhnya kemandirian agroindustri pedesaan.

Pengembangan alsintan harus saling berkaitan diantaranya dalam kegiatan budidaya, pengolahan dan penyimpanan. Sebagai teknologi yang sifatnya tidak terpisahkan, peran alsintan tersebut sebaiknya dimanfaatkan untuk petani pengguna (petani kecil) yang tidak dapat membeli karena keterbatasan dana. Dari beberapa studi menyebutkan, adanya keterkaitan yang erat antara alsintan dengan dinamika sosial ekonomi dari sistem budidaya pertaniannya. Peningkatan produktivitas kerja dan intensitas penanaman serta efisiensi produksi dicapai melalui peningkatan kapasitas kerja atau mempersingkat waktu untuk menyelesaikan kegiatan setiap tahap produksi. Sedangkan peningkatan diversifikasi produksi dan nilai tambah serta daya saing produk dapat dicapai melalui penerapan alsin pascapanen serta pengolahan hasil.

Efisiensi dan peningkatan pendapatan

Potensi lahan rawa di Indonesia yang dapat dimanfaatkan untuk usahatani padi meliputi areal yang cukup luas umumnya mempunyai *person-land-ratio* relatif rendah, sehingga bantuan alsintan sangat diperlukan. Biasanya dalam kegiatan usahatani pada areal yang luas dengan peningkatan intensitas pertanaman di lahan rawa banyak memerlukan bantuan tenaga dan dengan mekanisasi usahatani masalah tersebut dapat teratasi. Salah satu tujuan penggunaan alsintan adalah untuk mempercepat kegiatan usahatani dan mempersingkat waktu tanam, sehingga intensitas pertanaman meningkat. Dari beberapa hasil penelitian baik untuk lahan irigasi maupun lahan rawa diketahui bahwa dengan memanfaatkan mesin pengolah tanah (traktor) intensitas pertanaman meningkat antara 13,9-17,5%, namun di daerah irigasi Jatiluhur Subang dan Pamanukan, penggunaan traktor hanya meningkatkan intensitas pertanaman sekitar 4,83% dibanding tanpa menggunakan traktor (Handaka, 1981 dalam Ananto dan Alihamsyah, 2014). Hal ini disebabkan antara lain: (1) penggunaan traktor dimaksudkan hanya untuk (a) mengurangi biaya pengolahan tanah, (b) menanam tepat waktu, dan (c) pengolahan tanah lebih baik dan (2) pola tanam petani padi-padi tidak ada tanaman ketiga karena: (a) takut risiko gagal panen, (b) drainase buruk, dan (c) keterbatasan jumlah air.

Ketepatan dan kecepatan waktu kerja menjadi garansi dalam penggunaan alsintan seperti pompa air dalam membantu penyediaan air terutama kegiatan usahatani pada musim kemarau. Di lahan pasang surut potensial dengan tipe luapan B/C dan C, penggunaan pompa air mampu meningkatkan IP dari usahatani padi satu kali setahun menjadi padi-padi atau padi palawija (kedelai) (Ananto dan Alihamsyah, 2014).

Peningkatan produksi padi melalui program UPSUS Pajale di Kementerian Pertanian, perlu didukung tidak hanya mengenai input dalam bentuk luas areal dan jenis tanaman yang dibudidayakan, tetapi juga mengenai kebutuhan alsintan sebagai faktor pendukung usahatani. Konsep pengelolaan sumberdaya lahan berbasis inovasi teknologi. Artinya, teknologi varietas, pupuk, air, alsintan, manajemen, budidaya, kelembagaan, inovasi, terpadu, dan sistem agribisnis merupakan kunci utama bagi pembangunan pertanian yang berkelanjutan dengan *eco-farming estate system* (Haryono, 2013).

Pertanian di lahan rawa memiliki masalah yang sangat kompleks. Ditinjau dari indeks pertanaman (IP) misalnya, sebagian besar petani hanya menanam sekali dalam setahun. Benih lokal yang ditanam biasanya berumur panjang, sekitar 6-7 bulan. Sementara itu, sisa waktu lainnya sulit dimanfaatkan untuk budidaya karena lahan tersebut tergenang air yang tinggi selama berbulan-bulan pada musim penghujan. Kondisi itulah yang mengakibatkan petani hanya bisa memanen sekali dalam setahun. Selebihnya dibiarkan (diberakan) tanpa ada aktivitas apapun.

Peningkatan pengembangan pertanian lahan rawa dapat dilakukan antara lain dengan pengembangan mekanisasi pertanian secara menyeluruh. Penerapan teknologi alsintan diharapkan dapat menjadi salah satu cara untuk mengatasi permasalahan yang timbul dari kelangkaan sumberdaya manusia dalam proses produksi pertanian. Hal ini dapat ditanggulangi dengan pemberian bantuan alsintan guna meningkatkan IP dan menurunkan kehilangan hasil (*losses*) serta mengoptimalkan pemanfaatan alsintan yang ada. Penggunaan traktor saat ini sudah menjadi kebutuhan utama petani untuk mengolah tanah, mengingat pengolahan tanah dengan tenaga buruh dianggap menjadi semakin mahal seiring dengan kurangnya ketersediaan tenaga kerja. Kejadian ini karena kebanyakan petani yang masih muda telah beralih profesi ke non pertanian serta meningkatnya upah buruh disamping lamanya waktu pengolahan tanah. Sedangkan untuk menghindari terjadinya susut hasil yang lebih tinggi setelah padi dipanen, perlu segera dilakukan perontokan menggunakan alsin perontok.

Dampak mekanisasi terhadap peningkatan produksi dan ekonomi petani

Pengembangan usahatani padi perlu didukung dengan alsintan untuk mengatasi keterbatasan tenaga kerja, terutama pada kegiatan pengolahan tanah, tanam dan panen, serta perbaikan mutu hasil pada kegiatan panen dan pascapanen. Pengembangan alsintan di lahan pasang surut tidak hanya ditentukan oleh jumlah kebutuhan, tetapi juga oleh kondisi biofisik lahan, seperti kekerasan tanah, ketebalan gambut dan kedalaman lapisan pirit. Pengukuran kekerasan tanah di 11 lokasi pasang surut Sumatera Selatan yang meliputi areal pertanian seluas 144.904 ha, menunjukkan bahwa sekitar 35% memiliki tingkat kekerasan tanah yang tinggi, 40% kekerasan cukup, 15% kekerasan sedang, dan 10% kekerasan rendah (Ananto *et al.*, 1998 dan Thahir *et al.*, 1999 dalam Hutahaeen *et al.*, 2015). Dengan demikian sebagian besar lahan di 11 wilayah tersebut (75%) mempunyai kekerasan tanah yang secara teknis dapat digunakan traktor tangan 8,5 HP yang mempunyai berat sekitar 200-250 kg (Handaka *et al.*, 1998; Hutahaeen *et al.*, 2015). Saat ini, alsintan sudah berkembang pesat pada usahatani di lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan, terutama di sentra produksi padi seperti di Delta Saleh, Delta Upang, dan Delta Telang I yang mempunyai tipologi lahan potensial dengan produktivitas yang tinggi.

Mekanisasi pertanian adalah penerapan teknologi mekanis yang digerakkan oleh sumber energi manusia, ternak atau sumber energi mesin. Dari beberapa studi mekanisasi pertanian, diketahui bahwa dalam sistem usahatani padi, curahan tenaga kerja yang paling banyak adalah pada kegiatan pengolahan tanah, penanaman dan pemanenan. Jadi indeks mekanisasi pertanian sebagai jumlah energi per hektar (kw.jam/ha) pada sistem usahatani padi akan ditentukan oleh koefisien olah tanah, tanam dan panen (Handaka *et al.*, 1998). Pada prinsipnya penggunaan traktor pertanian secara teknis dapat diterapkan pada lahan yang mempunyai daya sanggah tanah (*bearing capacity*) yang cukup kuat, lahan bersih dari benda-benda keras (tunggul, akar pohon besar dan batu). Selain itu lahan yang akan dioperasikan traktor harus cukup luas untuk efektivitas gerak traktor, tersedia lengas air cukup serta adanya jalan usahatani (*farm road*) yang memadai untuk paket mekanisasi pertanian. Kondisi fisik tanah membatasi manuverabilitas mesin pertanian.

Hasil analisis yang dilakukan oleh Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BBPMP, 2007) pada wilayah lahan gambut sejuta hektar, Kabupaten

Kapuas, Kalteng berkaitan dengan penggunaan alsintan prapanen diketahui bahwa lahan yang berpeluang tinggi seluas 50.340 ha (18,97%). Daerah yang dapat dikerjakan dengan alsintan untuk pengembangan mekanisasi pertanian seperti alat prapanen yang dapat mengerjakan lahan dengan kedalaman olah minimum dan dapat dilakukan dalam jangka pendek, antara lain; Desa Lamunti, Dadahup, Muara Dadahup dan Mengkatip (Handaka *et al.*, 1998). Daerah-daerah tersebut berpeluang untuk dioperasikan traktor roda dua, dimana pada satu blok tersier luas lahan usahatani 10 ha untuk pemilikan 5 keluarga dengan ukuran 200 m x 500 m dan setiap petani menerima lahan usaha seluas 2 ha dan pekarangan rumah seluas 0,50 ha. Pada lahan-lahan berpeluang tinggi, pengolahan tanahnya dapat menggunakan traktor roda dua sampai dengan berat total 200-250 kg (termasuk peralatan). Sedangkan untuk lahan berpeluang sedang dapat digunakan traktor roda dua dengan peralatan hingga berat total 100-200 kg. Di kemudian hari pada lahan-lahan berpeluang rendah dapat dikembangkan traktor roda dua dengan berat kurang dari 100 kg.

Penggilingan padi (RMU) merupakan alsintan yang pertama kali dan paling cepat berkembang, kemudian disusul traktor tangan, *power thresher*, dan dalam 10 tahun terakhir sudah mulai berkembang mesin pengering (*dryer*). Namun di lahan pasang surut khususnya Kalimantan Selatan keberadaan *dryer* tidak mendapat respon baik karena petani selalu memanen padi pada musim kemarau, dan saat panenpun gabah sudah dalam kondisi kering, sehingga hanya memerlukan waktu yang tidak lama dan hanya dilakukan penjemuran di sekitar sawah atau halaman rumah, jadi mesin pengering jarang dimanfaatkan.

Penyiapan lahan

Penyiapan lahan yang umum dilakukan petani di lahan rawa pasang surut yaitu dengan: (1) sistem tanpa olah tanah, dan (2) sistem olah tanah sempurna. Penyiapan lahan pada cara tanpa olah tanah dilakukan dengan cara tebas dan atau menggunakan herbisida, dan kemudian dibakar. Pada sistem tanpa olah tanah (*minimum tillage*), diawali dengan penggenangan muka air ± 5 cm. Tujuan penggenangan adalah untuk memisahkan zat beracun dari pirit yang berasal dari tanah sulfat masam yang kemudian dibuang melalui saluran drainase. Kedalaman pengolahan sistem olah tanah minimum ini dilakukan ± 5 cm, bertujuan agar tanah yang diolah tidak sampai pada lapisan yang mengandung pirit yang berada sekitar 20-25 cm. Olah tanah minimum dilakukan secara bertahap dengan membuang rumput di permukaan lahan

dan mengkondisikan lahan macak-macak. Selesai lahan dikerjakan, kemudian dibuat saluran cacing (saluran kecil dibagian tepi petakan) yang berfungsi untuk membuang zat beracun. Olah tanah ini terkait dengan kondisi fisik lahan rawa pasang surut yang umumnya mengandung lapisan racun (pirit) pada bagian di bawah lapisan olah. Pada dasarnya prinsip pengolahan tanah yang dilakukan di lahan rawa pasang surut hanya ditujukan untuk membuang rumput dan gulma yang tumbuh di sawah serta hanya sedikit lapisan tanah yang ikut terkupas (kurang dari 5 cm).

Alat pengolah tanah tradisional adalah alatajak yang digunakan untuk pengolahan tanah secara terbatas, yakni sebagai penyiapan lahan. Alatajak ini sudah dikembangkan sejak ratusan tahun silam sebagai peralatan adaptif yang sekaligus dapat mencegah terangkatnya lapisan pirit.

Kegiatan pengolahan tanah di lahan rawa pasang surut tipe luapan A relatif mudah dibandingkan dengan tipe lahan rawa pasang surut lainnya karena rumput atau gulma yang tumbuh umumnya hanya sedikit. Kondisi ini dapat terjadi karena pada areal lahan rawa pasang surut tipe luapan A, air pasang dan surut terjadi setiap hari sehingga rumput dan gulma sulit tumbuh atau berkembang. Kegiatan pembersihan rumput ini biasanya hanya pada bagian sekitar galangan maupun *tembakan*. Cara penyiapan lahan tanpa olah tanah dengan penyemprotan gulma dan pembakaran merupakan cara paling cepat dan murah, dan biasanya dikerjakan secara bertahap dengan tenaga kerja keluarga.

Kegiatan pengolahan tanah sempurna di lahan rawa pasang surut dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu pengolahan tanah pertama (*primary tillage*) dan pengolahan tanah kedua (*secondary tillage*). Pada pengolahan tanah pertama, tanah dipotong kemudian diangkat dan dibalik agar sisa-sisa tanaman yang ada dipermukaan tanah dapat terbenam di dalam tanah. Pembalikan tanah akibat pemotongan oleh mata bajak rata-rata di atas 15 cm dan hasil pengolahan tanah masih berupa bongkah-bongkah tanah yang cukup besar. Pada pengolahan tanah pertama biasanya belum terjadi penggemburan tanah secara efektif. Namun setelah dilakukan pengolahan tanah kedua, bongkah-bongkah tanah dan sisa-sisa tanaman yang telah terpotong pada pengolahan tanah pertama akan dihancurkan menjadi lebih halus dan sekaligus mencampurnya dengan tanah. Kapasitas kerja traktor bervariasi antara 0,30-0,65 ha/hari, atau rata-rata 0,50 ha/hari. Cara penyiapan lahan tanpa olah tanah dengan penyemprotan gulma dan pembakaran merupakan cara paling cepat dan murah, dan biasanya dikerjakan secara bertahap

dengan tenaga kerja keluarga. Sedangkan olah tanah sempurna umumnya menggunakan traktor dengan biaya Rp 750.000–Rp 850.000/ha siap tanam. Petani lebih memilih traktor karena upahnya dapat dibayar setelah panen (yarnen), petani cukup membayar uang muka sebesar 25-30%, sisanya dibayar setelah panen. Penggunaan alsintan (traktor) telah memotivasi penggunaan teknologi lain secara lebih rasional. Petani mau menggunakan varietas unggul karena merasa terjamin penyiapan lahannya, sehingga dapat tanam serempak. Dampak positif lainnya adalah bahwa kondisi lahan yang diolah dengan traktor menjadi lebih rata dan bebas tunggul, karena petani dipaksa membersihkan batang kayu/tunggul bila akan mengolah tanahnya.

Penyiapan lahan dengan cara pengolahan tanah ditujukan untuk memperbaiki struktur tanah agar mampu menahan air lebih lama, sekaligus mengendalikan gulma yang berada di permukaan tanah. Selain menghancurkan dan menjadikan tanah gembur dengan struktur yang halus juga membunuh gulma serta membersihkan sekaligus meratakan permukaan tanah. Setelah tanah diolah menjadi gembur dan melumpur akan dapat meningkatkan kerapatan antar partikel tanah dan membentuk lapisan kedap air (*hard pan*), sehingga mampu menahan air lebih baik. Dengan kondisi lahan yang rata, bersih dari rerumputan dan pelumpuran yang baik, kegiatan penanaman padi lebih mudah, baik tanam pindah, tebar langsung (tabela) maupun penggunaan mesin tanam bibit padi (*rice transplanter*).



Gambar 1. Penyiapan lahan dengan cara pelumpur dan perataan lahan (Dok. <http://www.google.com>)

Pengolahan tanah di lahan rawa pasang surut, sebaiknya dilakukan dalam kondisi kering karena tanah-tanah yang ada di lingkungan rawa mempunyai lapisan olah dalam atau tanah bergambut, sehingga roda traktor tidak mudah slip dan terbenam atau terbalik. Pengolahan kering pada lahan bergambut akan meningkatkan kapasitas traktor, tetapi sebaliknya untuk tanah mineral perlu penggenangan (Tabel 1). Apabila lahan berada dalam kondisi kotor dan tergenang, sebaiknya untuk mengolah lahannya menggunakan gelebeg, karena dengan alat gelebeg rerumputan/serasah atau akar dari gulma ringan dapat dibenam akibat gelebeg yang menggelinding. Selanjutnya pada lahan-lahan yang sudah lama tergenang dan lunak, sebaiknya pengolahan tanah langsung menggunakan gelebeg. Selain itu bila lahan dalam kondisi berair dalam sekitar 25-40 cm, maka pengolahan dapat langsung dilakukan untuk pelumpuran, karena tanah yang telah lama digenangi air tidak padat sehingga mudah dikerjakan dalam kondisi berlumpur. Alat pengolah tanah untuk melumpurkan adalah traktor kura-kura (*hidrotiller*). Alat ini menghasilkan kapasitas kerja 0,07-0,11 ha/jam dengan efisiensi 69,33% dalam kondisi gulma sudah ditebas (Alihamsyah *et al.* 1994 dalam Umar dan Alihamsyah, 2014).

Tabel 1. Kapasitas kerja efektif traktor berdasarkan kondisi lahan

Jenis tanah	Kapasitas pengolahan tanah (jam/ha)	
	Pengolahan kering	Pengolahan basah
Tanah mineral/lapisan olah dalam	9,26	9,52
Tanah mineral/lapisan olah dangkal	10,00	8,69
Tanah bergambut	6,76	10,75

Penanaman

Penanaman padi adalah kegiatan dalam berusahatani yang banyak membutuhkan tenaga, yakni sekitar 25% dari total hari kerja. Untuk menyelesaikan satu periode pertanaman padi dengan teknologi introduksi (alsintan, biofilter, kompos, dan irigasi satu arah) di lahan rawa pasang surut memerlukan waktu kerja 899,0 jam/ha termasuk menggunakan traktor, dan 235 jam/ha (23,40%) untuk kegiatan tanam. Teknologi petani memerlukan waktu tanam sebanyak 193,50 jam/ha (Umar dan Indrayati, 2013). Sistem pertanaman tergantung kepada kondisi dan sistem penyiapan lahannya, antara lain sistim tanam benih langsung dan sistem tanam pindah baik dalam kondisi kering maupun kondisi basah.

Tanam benih langsung dilakukan dengan tiga cara, yaitu disebar dengan tangan (sonor), ditugal, atau dengan alat tanam benih langsung (atabela). Cara tugal dan sonor telah banyak dilakukan oleh petani dengan kapasitas lebih tinggi dibandingkan sistem tanam kering. Dengan terbatasnya tenaga kerja tanam, petani biasa melakukan tanam dengan cara disebar langsung ("sonor"), meskipun sudah lebih dari 10 tahun diintroduksi alat tanam benih ("atabela" dan "drum seeder"). Alasan kurang berkembangnya alat tanam tersebut adalah karena tidak memberikan tambahan produksi dan menambah beban biaya untuk beli alat tanam.

Umumnya alat dan mesin tanam benih padi cukup beragam. Selain itu adanya alat suntik bergulir sejenis alat tanam untuk padi gogo dan sistem alur, baik yang ditarik oleh manusia maupun ternak dan traktor. Kapasitas kerja dari masing-masing alat atau mesin tanam bervariasi tergantung ukuran, jarak tanam, tenaga penggeraknya dan juga kondisi lahannya. Kapasitas kerja atabela untuk padi di lahan pasang surut tipe drum 8 alur berkisar 7,9 jam/ha, atabela 6 alur, kapasitas kerja yang dihasilkan 12,02 jam/ha (Umar dan Harjono, 2000 *dalam* Umar dan Alihamsyah, 2014). Keunggulan dari alat-alat tanam tersebut selain kapasitas kerjanya yang jauh lebih tinggi dibanding cara manual, juga jarak tanam dan jumlah biji yang ditanam menjadi lebih seragam.

Keunggulan atabela terletak pada kapasitas kerjanya yang tinggi sehingga mampu meningkatkan efisiensi kerja tanam. Keragaman distribusi benih saat pertumbuhan, akan memerlukan penyulaman, namun bila penyulaman dilakukan terlambat beberapa hari mengakibatkan kematangan padi tidak serempak sehingga menurunkan rendemen dan mutu beras. Oleh karena itu pemilihan atabela mencakup tiga kriteria agar tidak ada pengulangan tanam karena penjatuhan benih yaitu: (1) distribusi benih seragam, (2) kapasitas kerja tinggi dan (3) kesederhanaan.



Gambar 2. Penanam benih dengan Atabela tarik 8 penjatuhan (Dok. <http://www.google.com>)



Gambar 3. Atabela tarik dengan 4 penjatuhan

Penggunaan alat tanam (seeder) di lahan sawah pasang surut di Sumatera Selatan dengan sistem gogo rancah dapat menghemat jam kerja sekitar 85% dibanding menggunakan tugal. Penggunaan alat tanam suntik bergulir (*rolling injection planter*) dengan tenaga traktor sebagai pendorong menghasilkan kapasitas kerja 0,024 ha/jam sedangkan atabela langsung 4-baris menggunakan penggendeng traktor tangan menghasilkan kapasitas kerja 0,10 jam/ha (Umar *et al.*, 2005). Kemudian kapasitas kerja *power seeder* di lahan pasang surut 3,51 jam/ha dengan efisiensi 87,23% (Umar dan Harjono, 2000 dalam Umar dan Alihamsyah, 2014).

Tabel 2. Kapasitas kerja dan efisiensi beberapa alat tanam hasil uji di lahan rawa

No.	Jenis alat yang diuji	Kapasitas kerja (jam/ha)	Efisiensi (%)
1.	Atabela 4 larik	12,03	50,82
2.	Roling Injection Seeder (RIS)	7,11	58,02
3.	ATL 4 baris	5,40	74,17
4.	Power seeder	3,51	87,23
5.	Penanam padi 5 baris	3,73	86,00

Sumber: (Umar, 2008)

Cara tanam padi oleh petani di lahan pasang surut umumnya adalah tanam pindah melalui semaian, baik semaian kering ataupun semaian basah. Tanam pindah di sawah dilakukan secara manual dengan menggunakan tugal pendek (tetujah=bahasa Banjar). Tanah untuk menanam padi dalam kondisi basah diolah secara sederhana dengan sistem *minimum tillage* (olah

tanah minimum) menggunakan sejenis parang (tajak) dan untuk menanam membutuhkan tenaga kerja 29,75 HOK/ha (Umar dan Indrayati, 2013). Petani lahan rawa pasang surut biasanya hanya menanam padi satu kali setahun dengan padi lokal yang berumur 6-7 bulan. Dengan terbatasnya tenaga kerja sebagian kecil petani menanam padi varietas lokal karena umurnya panjang, sehingga dapat ditanam secara bertahap/dicilil sesuai dengan ketersediaan tenaga kerja keluarga.

Penanaman padi sawah dengan cara tanam pindah (tapin) di lahan rawa pasang surut, persentasenya masih tinggi dibanding cara tanam lainnya. Cara tapin umumnya masih dilakukan secara manual menggunakan tangan walau sudah dikembangkannya alat tanam benih langsung. Penanaman sistem sawah melalui pembibitan padi masih sangat diminati, karena penampilan tanaman relatif kuat dan segar, sehingga tidak terpikirkan masalah kejerihan kerja. Namun dengan semakin sulitnya mencari tenaga kerja tanam, maka penggunaan alat/mesin tanam bibit padi (*rice transplanter*) merupakan salah satu alternatif pemecahan permasalahannya. Ada beberapa alat tanam bibit yang telah dikembangkan baik semi mekanis maupun mekanis, antara lain mesin tanam bibit padi manual dan *paddy tranplanter machine* (*walking type* dan *riding type*) juga pengembangan dari sistem tanam legowo. Keunggulan dalam desain mesin penanam padi yang dikembangkan adalah dapat digunakan untuk mendukung sistem tanam jajar legowo 2:1, dengan jumlah baris tanam adalah 4 baris. Jarak antar baris tanam adalah 20 dan 40 cm, jarak antara baris satu dan dua adalah 20 cm, jarak antara baris dua dan tiga adalah 40 cm (jarak legowo), dan jarak antara baris tiga dan empat adalah 20 cm. Dengan penanaman sistem jarwo, menyebabkan populasi padi lebih banyak. Selain itu penyinaran cahaya matahari lebih baik sehingga gabah lebih berkualitas. Pemupukan dan penyemprotan lebih mudah karena keadaan tanaman lebih longgar. Dengan jajar legowo produksi padi rata-rata mengalami peningkatan nyata dari sistem tanam sebelumnya yang dilakukan secara konvensional. Peningkatan produksi dapat mencapai 10-15% (Suhendrata, 2013).

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian telah merekomendasikan salah satu metode untuk meningkatkan produktivitas padi melalui sistem jajar legowo 2:1. Metode tersebut mampu menghasilkan jumlah populasi tanaman 213.300 tanaman/hektar atau 33,31% lebih banyak dibanding metode tanam tegel 25 cm x 25 cm, dengan populasi tanaman hanya 160.000/ha. Peningkatan produktivitas rata-rata yang dicapai dengan penerapan jajar legowo adalah 20,57% dibanding dengan metode tanam tegel. Untuk menanam satu hektar bibit padi, satu unit mesin tanam Indo Jarwo

Transplanter (IJT) mempunyai kemampuan setara dengan 20 tenaga kerja tanam (Anonim, 2013). Selain itu mesin tanam IJT mampu menurunkan biaya tanam dan sekaligus mempercepat waktu tanam.

Perkembangan sistem tanam pindah menggunakan mesin *rice transplanter* jarwo dan petani telah mencobanya, namun terkendala dengan biaya modal untuk mendapatkannya. Berdasarkan pengujian mesin tanam bibit padi (*jarwo transplanter*) di lahan rawa pasang surut penggunaan waktu untuk menanam padi sekitar 6,28 jam/ha dengan efisiensi 84,53% (Umar *et al.*, 2017a).



Gambar 4a. Mesin tanam bibit padi Indo Jarwo Transplanter dan **Gambar 4b.** penggunaan rice transplanter di lahan pasang surut (Dok. Umar, Balittra) (Dok. Umar, Balittra)

Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman merupakan kegiatan dalam sistem usahatani padi di lahan pasang surut yang sangat berpengaruh terhadap penurunan hasil. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan, pemberantasan hama dan penyakit. Menurut Pitoyo (2014), akibat gangguan gulma pada tanaman padi dapat menurunkan produksi padi sawah secara nasional berkisar 15-42% sedang untuk padi gogo 47-87%. Oleh sebab itu masalah gulma sangat perlu ditangani, namun pengendalian gulma yang dilakukan kebanyakan petani dengan cara tradisional sehingga memerlukan tenaga kerja dan biaya yang tinggi. Penyiangan gulma di areal pertanaman padi yang umum dilakukan petani dengan mencabut rumput/gulma menggunakan tangan atau bisa juga dengan gasrok atau landak. Namun penggunaan gasrok dan landak di lahan rawa jarang dilakukan selain kapasitasnya rendah, yaitu 40-50 HOK/ha (Pitoyo, 2014) juga kejerihan kerjanya cukup tinggi. Guna meningkatkan kapasitas kerja tenaga manusia telah dihasilkan prototipe penyiang bermotor untuk padi

sawah dengan kapasitas kerja 15 jam/ha (BBPMP, 2007) dibanding 130 jam/ha cara manual. Selain kapasitas kerja lebih besar, keunggulan lainnya adalah biaya lebih murah, mengurangi waktu kerja sehingga kelelahan kerja dapat dihindari, dan ringan (bobot 21 kg) sehingga mudah dioperasikan. Kondisi lahan dan tanaman yang mampu disiang oleh mesin penyiang bermotor ini adalah lahan sawah dengan kedalaman lumpur ≤ 20 cm serta jarak antarbaris tanaman harus rata dan lurus sesuai dengan jarak tanam yang ditentukan.



Gambar 5a. Penggunaan alat penyiang di sawah **Gambar 5b.** Alat penyiang padi (power weeder) pada tanaman umur 50-55 hst. (Dok. <http://www.google.com>)

Panen dan perontokan

Waktu kritis umur panen bila dilakukan lewat umur tanaman, karena akan terjadi penurunan kualitas dan kuantitas yang dihasilkan. Sebagai tanaman budidaya dengan sistem tanam serentak, bila telah sampai waktu panen harus segera dilakukan pemanenan, namun terkendala karena memerlukan tenaga kerja yang banyak. Masalah yang dihadapi selama penanganan panen dan pascapanen adalah terbatasnya tenaga kerja serta sarana dan prasarana yang mengakibatkan kehilangan hasil yang tinggi. Kehilangan atau susut hasil yang terjadi pada tahap panen dan perontokan sekitar 9% dan 5%. Pemanenan padi harus dilakukan pada umur panen yang tepat, menggunakan alat dan mesin panen yang memenuhi persyaratan dan dengan sistem panen yang tepat. Ketidak-tepatan dalam melakukan pemanenan padi dapat mengakibatkan kehilangan hasil yang tinggi. Susut hasil panen dan rendahnya mutu gabah terjadi pada tahapan pemanenan dan perontokan, sehingga sasaran utama untuk perbaikan penanganan

pascapanen padi dititik beratkan pada komponen teknologi pemanenan, perontokan sampai pada rekayasa sosial sistem pemanenan padi.



Gambar 6a. Alat panen reapper



Gambar 6b. Penggunaan alat panen reapper di sawah (Dok.<http://www.google.com>)

Pemanenan pada pertanaman padi unggul biasanya hanya melakukan pemotongan menggunakan sabit dan pengumpulan padi di sawah, sedangkan perontokannya dilakukan melalui jasa mesin perontok. Gabah hasil panen akan tertumpuk hingga beberapa hari di sawah bila padi yang dipanen tidak langsung dirontok. Akibat tertundanya perontokan gabah, butir gabah banyak yang rusak. Selain itu lamanya gabah menumpuk menyebabkan butir gabah akan masak bahkan sampai hangus karena suhu gabah yang tinggi. Hal seperti inilah yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan susut hasil yang tinggi. Dari penundaan perontokan padi selama 3 hari setelah gabah dipanen, kehilangan/susut hasil sebesar 6,65% (Umar *et al.*, 1994 dalam Umar dan Alihamsyah, 2014).

Cara panen yang umum dijumpai di daerah rawa pasang surut adalah menggunakan sabit dan kemudian dirontok dengan cara dibanting (gebot) atau dengan mesin perontok (*power thresher*). Penggunaan ani-ani sudah jarang dijumpai kecuali untuk sebagian varietas lokal. Penggunaan *power thresher* di lahan rawa di beberapa wilayah sentra produksi padi sudah berkembang 15 tahun terakhir seperti di Sumatera Selatan (Desa Delta Upang, Telang I dan Delta Saleh) juga di beberapa daerah di Kalimantan Selatan (Kabupaten Barito Kuala).

Mesin perontok akan berfungsi baik bila panen dilakukan pada batang bagian bawah menggunakan sabit bergerigi. Disamping penggunaan sabit saat ini telah tersedia mesin pemotong padi (*reaper* dan *mower*) dan mesin

panen padi tipe sisir. Kapasitas kerja mesin reaper di lahan rawa pasang surut berkisar 6 jam/ha (Noor *et al.*, 2002 dalam Ananto dan Alihamsyah, 2014) dan penggunaan reaper dengan thresher menunjukkan susut hasil <6% sementara kapasitas kerja mesin pemotong padi mower dengan mesin 2 hp berkisar 18-23 jam/ha dengan susut hasil 0,35% (Sulistiadji, 2008), sedangkan untuk sabit bergerigi sekitar 73 jam/ha.



Gambar 7. Penggunaan mesin panen stripper
(Dok.<http://www.google.com>)

Penggunaan stripper harvester SG-800 untuk panen padi di lahan pasang surut selain mempersingkat waktu panen dari 270 jam/ha secara manual menjadi 7,6 jam/ha dengan susut hasil sebesar 2-2,9% (Sulistiadji, 2008). Prinsip Kerja Mesin Penyisir Padi (Stripper Harvester type Gathered) adalah melakukan panen padi dengan cara menyisir tegakan tanaman

padi yang siap panen, mengambil butiran padi dari malainya dan meninggalkan tegakan jerami di lapangan. Saat ini di lahan rawa pasang surut berkembang stripper tipe walking, yang diproduksi oleh bengkel-bengkel lokal. Stripper harvester produksi bengkel lokal tersebut telah mengalami modifikasi dari prototipe awal yang dibuat oleh IRRI. Mesin panen ini banyak digunakan untuk memanen padi tanaman singgang (ratun) dengan upah Rp. 20.000/karung (60-70 kg).]

Walaupun penampilan dan hasil uji fungsional mesin pemanen cukup baik dengan tingkat kehilangan hasil rendah, namun keberadaan mesin-mesin pemanen tersebut belum diterima oleh para tenaga pemanen. Para tenaga pemanen sangat menentang keberadaan mesin pemanen karena mereka khawatir akan terdesak oleh penggunaan mesin perontok.

Beban kerja perontokan yang lebih berat dibanding panen menyebabkan penderep lebih senang panen daripada merontok, karena di samping pekerjaannya lebih ringan, padi yang sudah dipanen akan menjadi hak yang memanen meskipun tidak segera dirontok. Jumlah alsin *power thresher* di Kabupaten Barito Kuala sebanyak 446 unit dengan rasio 197 ha/unit, hal ini menunjukkan bahwa jumlah alsin *power thresher* masih kurang, seharusnya

untuk satu alsin *thresher* melayani 40-45 ha dengan hasil produksi <3,5 t/ha. *Power thresher* paling banyak digunakan oleh petani, dan alat tersebut dibuat oleh bengkel-bengkel lokal provinsi. Kapasitas kerja dari *power thresher* saat ini masih tergolong rendah dari kondisi normal yang diharapkan sekitar 600 kg/jam, terutama untuk *power thresher* yang dibeli dari bengkel di luar daerah pasang surut. Namun dengan modifikasi yang dilakukan oleh bengkel-bengkel lokal, saat ini kapasitas kerja dari mesin perontok tersebut telah dapat ditingkatkan. Oleh sebab itu, bantuan *power thresher* sangat penting untuk mengatasi tertundanya perontokan. Perontokan dengan pedal *thresher* tidak disukai petani karena kapasitas kerjanya rendah, hampir sama dengan gebot. Secara finansial hasil analisis biaya dan kelayakan dari usaha yang dikelola petani juga menguntungkan dan lebih layak (Herawati, 2008).



Gambar 8. Penggunaan mesin perontok padi dengan sistem throw-in di lahan pasang surut (Dok. Koersrini, Balittra)

Sistem perontokan menggunakan pedal *thresher* mulai ditinggalkan karena kapasitas produksinya hampir sama dengan cara dibanting atau digebot (Herawati, 2008). Selain itu, petani mengalami kesulitan dalam penggunaan pedal *thresher* sehingga efisiensi waktu perontokan menjadi lebih rendah dibandingkan dengan alat gebot. Perontokan padi menggunakan mesin *power thresher* dapat

menekan proses kehilangan hasil padi sekitar <3% (Hasbullah dan Indaryani, 2009). Penggunaan mesin perontok tipe TH6-G88 dengan kecepatan putar 370 rpm sampai 700 rpm di lahan pasang surut Sumatera Selatan menghasilkan kapasitas perontokan 424,20-723,60 kg/jam dengan kerusakan gabah <1% (Umar *et al.*, 2001 dalam Umar dan Alihamsyah, 2014). Di lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan, perontok mesin dapat memperpendek waktu perontokan dari 18 jam/ha menjadi 12 jam/ha dengan biaya jasa lebih murah. Kehilangan (susut) hasil pada perontokan menggunakan gebot sebesar 16,20% dan *power thresher* 3,30% (Umar, 2006). Masalah mutu akan muncul bila padi yang sudah terlanjur dipanen, terpaksa ditumpuk di sawah karena harus menunggu beberapa hari untuk dirontok. Kasus tertundanya perontokan ini merupakan awal dari proses terjadinya kerusakan gabah, karena tenaga kerja

terbatas. Untuk mengatasi terbatasnya tenaga kerja, biasanya petani memperpanjang masa panen dengan cara penanaman dilakukan secara bertahap atau menggunakan varietas yang umurnya berbeda. Masa panen bervariasi biasanya antara 18-90 hari atau rata-rata 30 hari/tahun.

Ada beberapa cara yang dilakukan petani untuk melepas butir gabah (merontok), antara lain cara irik (iles), dan gebot (banting). Susut kedua cara merontok tersebut baik kuantitas maupun kualitas cukup tinggi. Kapasitas kerja alsin perontok yang umum diproduksi bengkel lokal (hasil modifikasi) berkisar 300-800 kg/jam dengan biaya lebih murah (BBPMP, 2007). Hasil modifikasi mesin perontok tipe TH6-G88 dapat menekan waktu perontokan dari 12 jam/ha menjadi 11,3 jam/ha. Efisiensi waktu kerja *power thresher* dibanding cara iles sebesar 90,03%, pedal thresher dengan iles 59,95% dan gebot dengan iles 87,60%. (Umar *et al.*, 2001 dalam Umar dan Alihamsyah, 2014).

Tabel 3. Pengaruh perontokan terhadap kehilangan dan kualitas gabah, Kalsel

Alat/cara perontokan	Lama merontok (jam/ha)	Susut hasil (%)	Butir retak (%)	Kotoran (%)
Power thresher	15,88	4,52	19,25	2,55
Pedal thresher	39,75	12,72	11,53	2,30
Gebot	118,75	16,23	16,45	1,25
Irik/iles	159,67	3,30	14,97	0,98

Sumber : Umar (1991) dalam Umar dan Alihamsyah (2014)

Mesin panen combine harvester



Gambar 10. Penggunaan mesin panen (combine harvester) di lahan pasang surut (Dok Umar, Balittra)

Petani di beberapa wilayah pasang susut Sumatera Selatan dan Kalimantan Selatan untuk melakukan pemanenan pada luasan yang besar dengan keterbatasan tenaga kerja telah menggunakan mesin combine harvester baik yang berukuran besar maupun mini. Umumnya petani di lokasi pasang surut Kalimantan Selatan sejak tahun 2015 memanen padi lokal pada

luas areal yang besar telah menggunakan mesin *combine harvester* yang berukuran besar merk Crown tipe CCH-200 dengan mesin berbahan bakar solar dengan mesin penggerak 60 PK. Di Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra) telah diuji penggunaan mesin panen *combine harvester* mini di lahan pasang surut potensial tipe luapan C, kemudian hasil modifikasi oleh BBP Mektan diuji lagi di daerah pasang surut tipe luapan B. Berdasarkan hasil pengujian ternyata dengan gaya tekan mesin ke permukaan tanah sebesar 0,092 kg/cm², mesin mini *combine harvester* ini dapat bekerja pada lahan tipe luapan B dengan ketinggian air 13,6 cm, tinggi pemotongan 47 cm dan sudut kemiringan tanaman 74,9 derajat. Jumlah gabah terontok/menit 8,92 kg dengan tingkat kebersihan gabah 93,30% (Umar *et al.*, 2017b). Penggunaan *combine harvester* membutuhkan persyaratan, antara lain: lahan harus kering dan cukup keras agar dapat menahan beban alat, tanaman tidak boleh basah agar pada sistem perontok dan auger tidak terjadi kemacetan.

Combine harvester merek Crown tipe CCH-200 Star dengan mesin solar 60 PK dioperasikan oleh 2 orang operator (tambahan 2/3 orang sebagai buruh) dengan kapasitas kerja 3 jam/ha. Di wilayah pasang surut Kabupaten Batola, Kalimantan Selatan terdapat lebih dari 7 mesin yang merupakan *combine* khusus penyewaan milik orang dari Sulawesi Selatan, kapasitas kerja antara 2,5-3,5 jam/ha. Upah yang diterima oleh pemilik dalam bentuk uang Rp. 7.000,-/blek bagian dari hasil panen. Sedangkan mini *combine harvester* yang diuji di lahan pasang surut pada kondisi masih berair dioperasikan oleh 1 operator dan 3 orang sebagai penyedia karung dan mengikat serta mengumpulkan saat sudah terikat dalam karung.

Pengeringan



Gambar 9. Alat/mesin pengering tipe box dryer (Dok .<http://www.google.com>)

Pengeringan adalah suatu usaha bertujuan untuk menurunkan kadar air dari suatu bahan untuk memperoleh kadar air yang seimbang dengan kadar air udara dalam atmosfer. Penurunan kadar gabah dapat menggunakan udara panas, baik melalui penjemuran dengan sinar matahari maupun menggunakan mesin pengering buatan (*dryer*).

Pengeringan merupakan salah satu tahap kegiatan dalam penanganan pascapanen padi yang sangat menentukan rendemen dan mutu beras. Dari satu hektar gabah yang dipanen, hanya 10,0-12,5% yang bisa dijemur langsung, karena terbatasnya fasilitas penjemuran. Dengan asumsi selama masa panen tidak ada lagi hujan, jumlah gabah hasil panen yang dimiliki petani sekitar 10 ton (hasil dari 2 ha/keluarga). Setiap kali menjemur 3 hari, dengan demikian waktu untuk menjemur gabah 10 ton selama 45 hari. Sebagai gambaran bahwa dari 10 ton gabah, 50-60% gabah akan mengalami penundaan penjemuran. Pengeringan dengan cara menjemur mempunyai beberapa kelemahan antara lain tergantung cuaca, memerlukan tempat penjemuran yang luas, sukar dikontrol, mudah terkontaminasi dan memerlukan waktu yang lama. Oleh sebab itu, di daerah pasang surut sudah biasa dijumpai beras dengan mutu rendah yang dikenal dengan nama beras batik. Berdasarkan hasil pengukuran gabah yang dijemur dibawah sinar matahari menunjukkan nilai susut pengeringan lebih rendah yakni 2,81% dibandingkan dengan *box dryer* 7,11% (Raharjo *et al.*, 2012). Selanjutnya Nugraha *et al.* (2007) menyatakan bahwa kehilangan hasil penjemuran di lahan pasang surut sebesar 1,52% dan Sutrisno *et al.* (2006) menyatakan kehilangan hasil akibat penjemuran mencapai 1,5%-2,2%.

Penggunaan mesin pengering akan berkembang jika biaya pengeringan lebih murah daripada upah penjemuran. Berdasarkan data teknis dan asumsi hari kerja 45 hari/tahun dan jam kerja 24 jam/hari, hasil analisis biaya dan kelayakan mesin pengering (Tabel 4), menunjukkan bahwa biaya pengeringan dengan mesin pengering masih layak. Dari kajian pola penempatan mesin pengering, terlihat bahwa kinerja mesin pengering akan efektif bila ditempatkan menyatu dengan penggilingan RMU (BBP2TP, 2013).

Penggilingan padi

Penggilingan padi merupakan proses yang merubah gabah menjadi beras, merupakan suatu proses mekanik yang memisahkan sekam serta lapisan aleuron dan perikarp dari beras pecah kulit untuk memperoleh beras. Proses penggilingan terdiri dari dua tahap, yaitu: (1) pengupasan kulit gabah menjadi beras pecah kulit (bpk), dan (2) penyosohan beras pecah kulit menjadi beras sosoh dimana bagian kulit aleuron dihilangkan. Umumnya sentra produksi beras pasang surut didominasi oleh mesin giling diskontinyu. Penggilingan tipe diskontinyu yang ada di tingkat desa di lahan

pasang surut pada umumnya double pass rice mills dengan kapasitas kerja antara 1,0–2,0 ton/jam output dengan rendemen <60% dan beras kepala sekitar 80%. Kinerja mesin dari beberapa mesin giling menunjukkan bahwa rendemen giling dari padi varietas lokal yang telah diproses bervariasi dan relatif rendah. Salah satu penyebab rendemen beras rendah adalah kadar air saat penggilingan. Secara kuantitatif kehilangan hasil saat penggilingan lebih rendah daripada kegiatan panen. Menurut Setyono *et al.* (2010), kehilangan hasil dari hasil penggilingan tipe kontinyu di lima provinsi sebesar 3,69% sedang tipe diskontinyu 2,73%. Berdasarkan pengamatan terhadap hasil giling beras ternyata petani lebih memilih penggilingan dengan rendemen beras yang tinggi dibanding meningkatkan mutu beras, hal ini disebabkan belum adanya insentif yang memadai untuk perbaikan mutu.



Gambar 11a. Mesin giling single-pass untuk mengupas kulit gabah menjadi bpk (Dok. <http://www.google.com>)



Gambar 11b. Mesin penyosoh beras pecah kulit

Masalah terbesar dalam berkembangnya usaha penggilingan padi adalah persaingan yang ketat untuk mendapatkan jumlah gabah/padi sebagai bahan baku. Kegagalan panen akan mengurangi jumlah stok gabah yang akan digiling dan akan menurunkan kinerja RMU. Pada masa lalu pengembangan RMU dihadapkan pada permasalahan bahwa petani biasanya lebih memperhatikan berat beras yang diperoleh (rendemen beras) dibanding mutu beras. Petani kurang menyadari pentingnya mutu beras giling karena pasar tidak membedakan mutu dan harga beras yang berasal dari wilayah pasang surut (khusus Sumatera Selatan). Namun dengan adanya mesin pengering, masalah mutu gabah sudah teratasi sehingga mutu beras yang dihasilkan sudah meningkat baik, relatif sama dengan beras yang berasal

dari daerah non-pasang surut. Berdasarkan rata-rata ongkos giling dan kapasitas serta hari kerja penggilingan di lapangan, hasil analisis biaya giling menunjukkan bahwa usaha jasa penggilingan (RMU) menguntungkan dan secara finansial perusahaan RMU juga layak (Tabel 4).

Tabel 4. Analisis biaya dankelayakan dari traktor tangan, *power thresher*, *dryer* dan RMU di daerah rawa pasang surut Sumatera Selatan, 2013

Uraian	Traktor tangan	Thresher	Dryer	RMU
Harga beli	22.000.000,-	11.500.000,-	39.000.000,-	90.000.000,-
Hari kerja per thn	42	30	45	75
Ongkos per ha; ton	600.000,-	57.142,86,-	100.000,-	450.000,-
Kapasitas ha/th; ton/ha	25,42	209,93	450	--
Biaya tetap/jam	10.164	13.865	11.069	17.577
Biaya tidak tetap/jam	18.067	19.997	71.829	81.610
Titik impas (ha/th; ton/th	19	87	488	174
Keuntungan (Rp/th)	--	--	7.696.004	20.904.105
NPV (Rp)	7.135.628,-	15.386.948,-	18.716.338,-	122.916.566,-
B/C ratio	1,12	1,57	1,10	1,26
IRR (%)	20,62	44,56	29,49	35,62
PBP (tahun)	3,78	1,71	6,76	4,23

Sumber:BBP₂TP (2013)

Usaha penyewaan jasa penggilingan gabah masih berkembang meskipun hari kerja hanya 75 hari per tahun. Dengan mempertimbangkan kinerja usaha, sebaiknya penempatan mesin pengering di lokasi RMU, sehingga kebutuhan mesin penggerak dapat diintegrasikan dengan mesin penggerak RMU, suplai bahan baku gabah lebih terjamin dan RMU bisa melakukan pembelian gabah basah untuk digiling saat sepi giling, serta petani leluasa dalam melakukan transaksi baik dalam bentuk gabah kering panen, gabah kering giling maupun beras.

Kelembagaan usaha pelayanan jasa Alsintan (UPJA)

Keterbatasan pendidikan dan ketrampilan serta ekonomi yang lemah bagi petani lahan pasang surut ditambah usahataninya yang subsisten, sehingga pengadaan barang modal seperti alsintan oleh petani kurang efisien. Oleh sebab itu, pengembangan alsintan di lahan rawa pasang surut lebih diarahkan kepada sistem usaha jasa penyewaan oleh pihak yang mampu mengadakan

dan mengelola secara komersial dan mandiri, sehingga petaninya cukup menyewa sesuai dengan kebutuhannya saja. Pengadaan alsintan oleh petani terampil sebaiknya dalam bentuk pembelian melalui kredit dengan prioritas kepada petani yang mampu menyediakan uang muka agar ada rasa memiliki dan mengusahakan alsintannya secara komersial dan efisien.

Sampai saat ini, salah satu solusi alternatif untuk meningkatkan kemampuan petani dalam mengoptimalkan fungsi dan peran alsintan pada sistem produksi pertanian adalah UPJA. Namun demikian, untuk dapat tercapainya tujuan yang diharapkan dalam UPJA, hal yang perlu mendapatkan perhatian bersama adalah perlunya pendekatan sistem manajemen aset yang tepat, mulai dari perencanaan (pengadaan dan pemilihan), penggunaan sampai pada monitoring dan evaluasi pemanfaatan aset tersebut.

Percepatan adopsi alsintan oleh petani dilakukan pemerintah melalui pengembangan UPJA. Pengembangan UPJA ini merupakan rangkaian upaya untuk memfasilitasi, melayani dan mendorong berkembangnya usaha agribisnis dan agroindustri berbasis usahatani tanaman pangan, khususnya padi sawah. Secara ekonomi program UPJA diharapkan dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat tani. Bersamaan dengan hal ini, Kementerian Pertanian juga mendorong kepemilikan alsintan dalam bentuk UPJA kepada kelompok tani dengan harapan mereka secara bertahap akan mampu menambah jumlah alsintan.

Pengembangan kelembagaan UPJA merupakan bagian dari usaha menumbuhkan kelembagaan agribisnis di pedesaan, mencakup usaha jasa pengolahan tanah, penanaman, pemanenan, perontokan, pemipilan, pengeringan, penggilingan dan perbengkelan. Model kelembagaan pengelola jasa alsintan yang dikembangkan hendaknya memiliki karakteristik akomodatif terhadap kebutuhan masyarakat pengguna, inovatif terhadap perkembangan teknologi, dan lentur terhadap perubahan situasi dan kondisi. Menurut Suwardoyo (2002) untuk mengembangkan kelembagaan alsintan yang memiliki karakteristik di atas, terdapat beberapa prinsip: 1). prinsip kebutuhan: sesuai dengan tingkat kebutuhan subsistem agribisnis dan tidak dipaksa-paksakan, 2). prinsip efektivitas: setiap elemen kelembagaan haruslah efektif dalam mencapai tujuan yang diinginkan, 3). prinsip efisiensi: memiliki sifat murah, mudah dan sederhana namun tetap mampu mendukung tercapainya tujuan, 4). prinsip fleksibilitas: disesuaikan dengan ketersediaan sumberdaya dan budaya setempat, 5). prinsip manfaat: memberikan manfaat paling besar kepada petani dan masyarakat

pedesaan, 6). prinsip pemerataan: memberikan pembagian keuntungan yang proporsional kepada setiap unit dalam subsistem agribisnis, dan 7) prinsip keberlanjutan: kelembagaan agribisnis yang dikembangkan dapat berjalan meskipun kontribusi pemerintah berkurang atau tidak ada sama sekali.

Usaha pelayanan jasa alsintan merupakan sebuah peluang bisnis di pedesaan. Jika UPJA yang sudah ada dikelola secara optimal, maka pendapatan UPJA bisa meningkat, akses petani terhadap alsintan semakin mudah dan bisa menyerap tenaga kerja pedesaan lebih banyak. Oleh karena itu, Pemerintah daerah khususnya Dinas Pertanian harus terus berupaya membina UPJA di wilayahnya agar menjadi UPJA yang mandiri dan profesional.

Pemerintah berharap kelembagaan UPJA dapat berperan penting dan strategis dalam menggerakkan perekonomian di pedesaan. Keberadaan UPJA di daerah sentra produksi tidak saja menjadi solusi dalam mengatasi kebutuhan alsintan bagi petani untuk mengolah lahan pertanian, pengairan, panen dan pascapanen, namun juga menjadi solusi dalam mengatasi kelangkaan tenaga kerja di pedesaan.

Perekonomian pedesaan sampai saat ini, termasuk yang berbasis padi sawah relatif lemah. Program pemerintah di bidang pertanian umumnya masih jauh dari upaya memperkuat struktur ekonomi pedesaan. Hasil ini sangat tampak berlaku juga untuk program UPJA. Kelembagaan UPJA yang dikembangkan masih sebatas untuk menyalurkan alsintan agar mudah dan cepat sampai ke petani. Untuk pengembangan ekonomi pedesaan, kelembagaan UPJA terkesan bersifat eksklusif, yang lebih menekankan pada penyebaran alsintan daripada peningkatan kemampuan manajerial masyarakat petani dalam mengelola mekanisasi pertanian dan ekonomi pedesaan. Hasil penelitian Saptana *et al.* (2003) dalam Mayrowani dan Pranadji (2012) menunjukkan bahwa kinerja kelompok UPJA contoh di Bali dan Bengkulu masih menggantungkan pada pasokan bantuan dari pemerintah. Selain itu menurut Sudarto (2007), pengembangan UPJA masih terkendala oleh kurangnya sosialisasi, administrasi pelayanan, disiplin pengurus, dan ketersediaan alsintan yang terbatas.

Penutup

Mekanisasi pertanian memiliki peran penting dan strategis dalam mendukung pengembangan usahatani padi. Pengembangan mekanisasi pertanian tidak lepas dari perkembangan inovasi teknologi produksi padi.

Mekanisasi dalam bentuk peralatan dan mesin sangat berperan untuk ekstensifikasi (peningkatan luas garapan) dan intensifikasi pertanian serta untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha pertanian, menekan kehilangan hasil dan meningkatkan nilai mutu dan nilai tambah produk.

Mekanisasi pertanian di lahan rawa pasang surut sudah menjadi kebutuhan untuk mengatasi keterbatasan tenaga kerja dalam usahatani. Peran mekanisasi pertanian pada lahan-lahan marjinal seperti lahan rawa pasang surut dan lahan bergambut memberikan prospek yang cukup baik dalam kaitannya dengan usaha pelestarian swasembada beras.

Pengembangan usahatani padi, perlu didukung dengan alsintan untuk mengatasi keterbatasan tenaga kerja, terutama pada kegiatan pengolahan tanah, penanaman dan pemanenan, serta perbaikan mutu hasil pada kegiatan panen dan pascapanen. Alat mesin pengolah tanah (*traktor tangan/hand tractor*) meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan, mendukung program pertanian serempak pada areal yang lebih luas dan meningkatkan IP. Pompa air (*water pump*) ditujukan untuk penyediaan air, sesuai dengan kebutuhan tanaman. Introduksi alat tanam bibit padi (*rice transplanter*) bertujuan agar keserempakan waktu tanam dapat mengatasi serangan hama penyakit. Penggunaan berbagai jenis alat mesin pertanian tersebut, selain meningkatkan efektivitas dan efisiensi usahatani secara teknis dan ekonomis juga akan menciptakan lapangan kerja baru seperti UPJA, yang didukung oleh munculnya usaha penyediaan suku cadang (*spare parts*) dan perbengkelan perawatan alsintan.

Pembangunan pertanian dengan sistem mekanisasi pertanian berdampak terhadap peningkatan produktivitas, produksi dan kehidupan sosial ekonomi petani dan masyarakat pedesaan. Melalui UPJA semua kegiatan usahatani mulai dari pengolahan tanah hingga pascapanen dapat dilaksanakan menggunakan alsintan. Kelembagaan UPJA mendorong pemanfaatan alsintan oleh petani, sekaligus merupakan terobosan untuk mengatasi masalah agar pemanfaatan alsintan dilakukan secara bersama-sama dengan sistem sewa sehingga akan menguntungkan bersama.

Jasa pelayanan peralatan mesin tidak terfokus pada pengembangan usahatani padi sawah, tapi pada produk pertanian dalam arti luas yang berdaya saing tinggi. UPJA perlu diintegrasikan dengan percepatan dan penguatan agro-industrialisasi di pedesaan.

Daftar Pustaka

- Alihamsyah, T. 2007. Teknologi mekanisasi pertanian mendukung sistem pertanian tanaman pangan industrial. Makalah disajikan pada Simposium Tanaman Pangan V di Bogor, tanggal 28-29 Agustus 2007.
- Ananto, E.E., dan T. Alihamsyah. 2014. Pengembangan mekanisasi pertanian : Keberhasilan dan Permasalahan. Kemandirian Pangan Indonesia. Badan Litbang Pertanian. hlm 212-238.
- Anonim. 2013. Mentan Kenalkan Mesin Tanam Padi Produksi Balitbangtan. www.litbang.deptan.go.id/.../Press-Release-Jarwo-. Diakses tanggal 24 Juni 2016
- BBPMP. 2007. Sekilas Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Badan Litbang Pertanian. Serpong. 67 hlm.
- BBP2TP. 2013. Laporan Akhir Kajian Pengembangan Mekanisasi Pertanian di Lahan Rawa Pasang Surut Sumatera Selatan Mendukung Peningkatan Produksi Padi. BBP2TP. Badan Litbang. 117 hlm.
- Departemen Pertanian. 2006. Rencana Pembangunan Pertanian 2005-2009. Deptan, Jakarta.
- Djamhari, S. 2009. Kajian penerapan mekanisasi pertanian di lahan rawa lebak Desa Putak Muara Enim. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 11(3):157-161
- Handaka, A. Hendriadi, Harjono, dan E.E. Ananto. 1998. Pewilayahan mekanisasi pertanian pada lahan pasang surut. Hlm 11-25. *Dalam Sabranet al. (Eds.).Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Banjarbaru., 21-22 Maret 1998.*
- Haryono. 2013. Lahan Rawa Lumbung Pangan Masa Depan Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta: IAARD Press. 142 hlm cetakan ke 2.
- Hasbullah, R., dan R. Indaryani. 2009. Penggunaan teknologi perontokan untuk menekan susut dan mempertahankan kualitas gabah. *Jurnal Keteknikan Pertanian* 23(2):111-118.
- Herawati, H. 2008. Mekanisme dan kinerja pada sistem perontokan padi. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah* 6(2):195-203.
- Hutahaean, L. E.E Ananto dan B. Raharjo. 2015. Pengembangan teknologi pertanian lahan rawa pasang surut dalam mendukung peningkatan produksi pangan : Kasus di Sumatera Selatan. IAARD Press. Badan Litbang Pertanian. hlm 89-108.
- Mayrowani, H., danT. Pranadji. 2012. Pola pengembangan kelembagaan UPJA untuk mendukung sistem usahatani padi yang berdaya saing. *Analisis Kebijakan Pertanian.* 10(4):347-360.
- Nugraha S., R. Thahir, dan Sudaryono. 2007. Keragaan kehilangan hasil pascapanen padi pada 3 (tiga) agroekosistem. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 3:42-49.

- Pitoyo, J.M. 2014. Mesin penyanggulma tingkatkan produksi padi. *Majalah Sains Indonesia*. Edisi khusus 40 tahun Balitbangtan, Agustus 2014, hlm 76-77.
- Raharjo B., Soehendi R, Hasbi, Hersyamsi, Y. Hutapea, Y. U. Soemantri, dan E. Herawati. 2012. Adaptasi alat dan mesin panen model stripper harvester di lahan pasang surut Sumatera Selatan. Laporan Akhir Penelitian Insentif Riset SINas. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Selatan. 220 hlm.
- Setyono A. 2010. Perbaikan teknologi pascapanen dalam upaya menekan kehilangan hasil padi. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian* 3(3):212-226.
- Sudarto, T. 2007. Analisis tentang usaha unit pelayanan jasa untuk mesin pertanian. *Jurnal Ekonomi dan Manajemen* 26(2):80-91.
- Suhendranta, T. 2013. Prospek pengembangan mesin tanam pindah bibit padi dalam rangka mengatasi kelangkaan tenaga kerja tanam bibit padi. *SEPA* 10(1):97-102.
- Sulistiadji, K. 2008. Mesin panen tipe sisir dan mesin sabit. Optimalisasi panen padi dengan mekanisasi. *Dalam Majalah Padi*, edisi 12, Januari 2008. Jakarta. 93 hlm.
- Suryana, A. 2007. Pokok-pokok pikiran percepatan pembangunan mekanisasi pertanian di Indonesia. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian di Bogor, tanggal 28 Agustus 2007.
- Sutrisno, D.R. Achmad, Jumali dan A. Setyono. 2006. Pengaruh kapasitas kerja terhadap efisiensi pengeringan gabah menggunakan *box dryer* bahan bakar sekam. hlm. 331-341. Prosiding Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian. BBP Mektan, IPB, Asosiasi Perusahaan Alat dan Mesin Pertanian Indonesia.
- Suwardoyo, I. 2002. Strategi Pengembangan Unit Usaha Pelayanan Jasa Alat Mesin Pertanian (UPJA) Dalam Pendayagunaan Alat Mesin Pertanian, Program Pasca Sarjana UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya.
- Umar, S., I. Noor, dan T. Alihamasyah. 2005. Penampilan teknis alat tanam biji-bijian tipe tarik di lahan lebak dangkal Hlm 205-216 *Dalam Kindangen et al* (Eds.). Pros. Seminar Nasional Penyediaan Paket Teknologi Pertanian Terpadu Mempercepat Pengembangan Agribisnis dan Ketahanan Pangan. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Deptan. Manado, 29-30 Nop.
- Umar, S. 2006. Dukungan alsin dan teknologi produksi terhadap hasil padi di lahan pasang surut Sumatera Selatan, hlm 393-402 *Dalam Hendriadi, dkk* (Ed). Bioenergi dan Mekanisasi Pertanian Untuk Mendukung Pembangunan Industri Pertanian. Bogor, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian.

- Umar, S. 2008. Pengembangan alat tanam biji-bijian pada beberapa kondisi lahan untuk peningkatan efisiensi. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008–Yogyakarta, 18-19 November 2008.
- Umar, S., dan L. Indrayati. 2013. Efisiensi energi dan produksi pada usahatani padi di lahan sulfat masam potensial. *AGRITECHJurnal Teknologi Pertanian* 33(2):244-249.
- Umar, S., dan T. Alihamsyah, 2014. Mekanisasi Pertanian untuk Produksi Padi di Lahan Rawa Pasang Surut. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. IAARD Press. 176 hlm.
- Umar, S., A.R Hidayat, dan S. Pangaribuan. 2017a. Pengujian mesin tanam padi (*rice transplanter*) sistim jajar legowo di lahan pasang surut. *Jurnal Teknologi Pertanian* 6(1):63-71.
- Umar, S., S. Pangaribuan dan A. Suprpto. 2017b. Evaluasi kinerja mini combine harvester di lahan pasang surut. *JTEP, Jurnal Keteknikan Pertanian* Vol 6(2):....halaman.

BUDIDAYA TERNAK DI LAHAN RAWA KALIMANTAN SELATAN

Eni Siti Rohaeni, Ahmad Subhan dan Muslimin

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Selatan

Email : eni_najib@yahoo.co.id

Ringkasan

Budidaya ternak dapat dilakukan pada berbagai agroekosistem, namun untuk ternak tertentu hanya dapat adaptif dan berkembang pada agroekosistem tertentu seperti misalnya kerbau rawa. Agroekosistem rawa baik pasang surut atau lebak memiliki kelebihan untuk ternak misalnya dari segi ketersediaan pakan hampir selalu melimpah. Pakan yang cukup baik jumlah dan mutu akan sangat berpengaruh terhadap produktivitas ternak. Usaha ternak yang adaptif dan spesifik lokasi di daerah rawa pasang surut dan lebak yaitu kerbau rawa dan ternak itik. Ternak lainnya yang dapat berkembang dan diusahakan peternak dengan baik yaitu usaha ayam buras dan ternak sapi. Ternak sapi lebih mudah dan memungkinkan untuk diusahakan di lahan rawa pasang surut dengan lantai kandang yang padat dan kuat dan pembuatan kandang dilakukan pada lahan yang kering dan lebih tinggi, tidak tergenang air. Pemeliharaan ternak sapi di lahan rawa lebak terutama yang menengah dan dalam kurang direkomendasikan karena akan mengganggu terhadap produktivitas selain itu pada agroekosistem ini terdapat banyak nyamuk yang mengganggu pertumbuhan ternak. Pemeliharaan ternak unggas baik itik dan ayam buras layak dan cocok untuk diusahakan baik pada masyarakat pada agroekosistem pasang surut atau rawa lebak.

Pendahuluan

Menurut Djaenudin (2009), agroekosistem lahan rawa dapat dibedakan jadi tiga macam yaitu lahan rawa gambut pedalaman, rawa lebak, dan rawa pasang surut. Ekosistem lahan rawa memiliki sifat khusus yang berbeda dengan ekosistem lainnya, terutama disebabkan oleh kondisi rejim airnya (Sudana, 2005). Selanjutnya Sudana (2005) menyebutkan bahwa berdasarkan rejim airnya, lahan rawa dikelompokkan menjadi lahan rawa pasang surut dan lahan rawa non pasang surut (lebak). Lahan pasang surut adalah lahan yang rejim airnya dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut atau sungai, sedangkan lahan lebak adalah lahan yang rejim airnya dipengaruhi oleh hujan,

baik yang turun di wilayah setempat maupun di daerah sekitarnya dan hulu. Menurut Djaenudin (2009) rawa lebak jika dilihat dari aspek lingkungan dinilai sangat penting sebagai pengendali luapan air, baik pada waktu kejadian banjir maupun pascabanjir. Jika dari aspek sumber daya lahan, rawa lebak merupakan lahan tercadang untuk pertanian dan perikanan yang potensial.

Menurut Alihamsyah (2004), di Indonesia luas lahan pasang surut berdasarkan tipologi adalah sebagai berikut : lahan gambut kurang lebih 10,89 juta ha (54,26%), lahan sulfat masam 6,67 juta ha (33,24 %), lahan potensial 2,07 juta ha. (10,31%), dan salin 0,44 juta ha (2,19%). Sedangkan lahan lebak adalah : lebak tengahan kurang lebih 6.075.000 ha (44,77%), lebak dangkal 4.186.000 ha (30,84%), dan lebak dalam 3.308.000 ha (24,39%). Selanjutnya lahan pasang surut yang potensial untuk diusahakan sebagai usaha pertanian adalah kurang lebih 9,5 juta hektar. Luasan lahan lebak tersebut tersebar di tiga pulau, yaitu terluas di Sumatera sekitar 3,9 juta hektar, di Papua 2,8 juta hektar dan di Kalimantan 2,7 juta hektar.

Menurut Sudana (2005), luasan lahan lebak yang telah diusahakan untuk usaha pertanian khususnya padi, baru sekitar 5,26 persen atau sekitar 694.291 hektar dari total luas 13,2 juta hektar. Melihat potensinya yang besar namun pemanfaatannya yang relative kecil. Potensi lahan rawa baik lahan pasang surut maupun lahan lebak yang cocok untuk usaha pertanian dalam arti luas masih cukup besar. Pengusahaan lahan baik komoditas tanaman pangan, hortikultura, periukatan dan peternakan sebagai usaha pertanian kenyataannya masih terbatas. Pemanfaatannya dapat terus ditingkatkan sehingga peran lahan ini ke depan dapat berperan sebagai sumber pertumbuhan pertanian. Namun pemanfaatan dan pengelolaannya diperlukan kehati-hatian karena sifat fisiko-kimia tanahnya yang khas.

Usaha pertanian yang dilakukan petani di daerah rawa baik rawa pasang surut atau rawa lebak berupa usahatani tanaman pangan (padi, jagung) dan hortikultura (sayuran dan buah-buahan) serta ternak. Usaha ternak yang dilakukan di lahan rawa baik pasang surut dan rawa lebak cukup beragam, untuk ternak unggas yaitu itik dan ayam buras sedangkan ternak besar (ruminasia) yaitu sapi dan kerbau rawa. Pemeliharaan atau budidaya ternak kerbau rawa cukup spesifik dan ekstik dibandingkan kerbau di lahan kering. Namun yang jelas usaha ternak bagi petani dengan agroekosistem rawa memiliki peran dan kontribusi ekonomi yang dapat diandalkan.

Budidaya ternak baik ruminasia dan unggas dapat dilakukan pada agroekosistem manapun, namun dengan agroekosistem yang khas seperti

rawa pasang surut atau rawa lebak memiliki kelebihan dan spesifik. Kerbau rawa yang hanya ditemui dan berkembang dengan baik di daerah rawa merupakan contoh ternak yang spesifik lokasi, demikian juga dengan ternak unggas yaitu ternak itik. Ternak tersebut menjadi adaptif dan berkembang dengan baik karena adanya dukungan pakan yang cocok dan tersedia.

Jenis Usaha Ternak di Lahan Rawa

Jenis ternak yang dibudidayakan di lahan rawa baik rawa pasang surut dan rawa lebak sedikit perbedaan sesuai dengan karakteristik lahannya. Ternak unggas dapat dibudidayakan atau diusahakan baik di lahan pasang surut atau rawa lebak yaitu itik dan ayam buras, demikian juga untuk ternak ruminansia yaitu sapi dan kerbau. Pemeliharaan dapat dilakukan baik secara ekstensif sampai intensif tergantung skala usaha, kedalam air dan jenis ternak. Aspek penting yang perlu diperhatikan adalah ketersediaan pakan harus cukup dalam jumlah dan mutu. Ternak yang dipelihara di lahan pasang surut, air minum yang disediakan usahakan jangan dari saluran air, namun air sumur untuk mengurangi rasa asam.

Pemeliharaan ternak sapi di daerah pasang surut atau rawa lebak direkomendasikan untuk dilakukan secara intensif (terkurung dalam kandang), hal ini disebabkan karena kondisi alam yang tidak memungkinkan untuk dilepas yaitu lahan relative lembek diinjak sapi yang bobot badannya berat. Namun jika ada lahan terbuka yang tanahnya cukup padat, ternak dapat dilepas untuk beberapa jam sebagai melatih otot dan mendapatkan sinar matahari yang cukup.

Kalimantan Selatan memiliki lahan rawa pasang surut dan rawa lebak. Masyarakat yang berada pada agroekosistem rawa lebak di Kalimantan Selatan seperti di Kabupaten Hulu Sungai Utara (HSU), Hulu Sungai Selatan (HSS) dan Hulu Sungai Tengah (HST) terbiasa dengan melakukan usaha budidaya ternak. Masyarakat pada tiga kabupaten tersebut umumnya melakukan budidaya ternak unggas yaitu ternak itik dan ayam, selain itu ternak kerbau, untuk kabupaten HSS dan HST dibudidayakan juga ternak sapi. Ternak sapi di yang diusahakan petani di Kabupaten Hsu masih minimal karena belum terbiasa dan kurang pengalaman. Berikut pada Tabel 1 ditampilkan jenis ternak yang diusahakan oleh petani di daerah rawa yang ada di Kalimantan Selatan.

Tabel 1. Jenis ternak yang diusahakan berdasarkan agroekosistem di Kalimantan Selatan

No.	Lahan	Kabupaten	Ternak	Keterangan
1.	Rawa pasang surut	Barito Kuala	Kerbau rawa	Cukup banyak diusahakan
			Sapi	Cukup banyak diusahakan
			Unggas	Skala kecil
2.	Rawa lebak	Hulu Sungai Selatan	Kerbau rawa	Cukup banyak diusahakan
		Hulu sungai Tengah	Sapi	Cukup banyak (kecuali kab. HSU hanya sedikit)
		Hulu Sungai Utara	Unggas (itik dan ayam)	Cukup banyak diusahakan

Budidaya ternak unggas yaitu itik dan ayam di Kabupaten Hulu Sungai Utara, Hulu Sungai Tengah dan Hulu Sungai Selatan dilakukan sebagian besar secara intensif dalam skala yang cukup besar antara 50-1000 ekor. Usaha pemeliharaan ternak unggas merupakan sumber pendapatan harian bagi petani. Sedangkan untuk ternak kerbau dilakukan secara ekstensif dengan skala antara 3-100 ekor, untuk ternak sapi dipelihara secara semi intensif dengan skala antara 2-5 ekor.



Gambar 1. Itik yang dipelihara secara ekstensif saat belum bertelur

Gambar 2. Kandang itik di lahan rawa pada kondisi musim kemarau

Gambar 3. Pengomposan kotoran itik sebelum digunakan

Usaha tani Ternak Kerbau di Lahan Rawa

Lahan rawa memiliki potensi yang cukup besar untuk budidaya ternak karena kaya akan bahan pakan lokal. Ternak yang telah adaptif dan dipelihara dalam jangka waktu yang lama menunjukkan bahwa ternak tersebut spesifik lokasi. Salah satu contoh ternak yang spesifik lokasi adalah kerbau rawa. Ternak ini ada di Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, dan Sumatera Selatan.

Kalimantan Selatan sebagai salah satu daerah tempat berkembangnya kerbau rawa yang merupakan plasma nutfah yang dimiliki patut untuk dijaga kelestarian dan produktivitasnya. Kerbau ini merupakan salah satu komoditas spesifik lokasi di Kalsel dengan populasi pada tahun 2015 sekitar 26.582 ekor yang tersebar hampir di semua kabupaten dengan tingkat populasi yang berbeda, terutama di 6 wilayah Kabupaten yaitu (HSU, HST, HSS, Batola, Banjar dan Tanah Laut). Ternak ini berpotensi sebagai penghasil daging dan sumber pendapatan bagi peternak yang mengusahakannya. Populasi kerbau rawa tertinggi terdapat di Kabupaten HSU dengan kontribusi produksi berupa daging sebesar 18,08% menyusul kabupaten lainnya (Dinas Peternakan Propinsi Kalimantan Selatan, 2003).

Wilayah pemeliharaan kerbau rawa merupakan daerah rawa yang tergenang air hampir 6 bulan/tahun. Kondisi ini menyebabkan kerbau rawa yang ada menjadi pandai berenang. Berdasarkan hasil survei yang dilaporkan Rohaeni *et al.*, (2005 dan 2006) diketahui bahwa penyebaran kerbau rawa pada 5 kabupaten di Kalimantan Selatan sebagai daerah rawa yaitu Kabupaten HSU, HST, HSS, Batola dan Tanah Laut seperti tertera pada Tabel 2.

Ternak ruminasia yang diusahakan petani di daerah pasang surut yaitu di Kabupaten Barito Kuala adalah ternak kerbau yang telah dilakukan ratusan tahun lalu, dibudidayakan pada lokasi yang cukup terisolir yaitu di Kecamatan Kuripan. Ternak kerbau ini merupakan kerbau rawa yang umum disebut kerbau kalang. Populasi ternak kerbau di Kabupaten Barito Kuala pada tahun 2015 sebesar 1.434 ekor (BPS Kalimantan Selatan, 2016).

Tabel 2. Daerah penyebaran kerbau rawa di Kalimantan Selatan

No.	Kabupaten	Kecamatan	Desa
1.	Hulu Sungai Utara	Danau Panggang	1. Bararawa 2. Sapala 3. Pal Batu 4. Ambahai 5. Tampakang 6. Paminggir 7. Paminggir Seberang
2.	Hulu Sungai Tengah	Labuan Amas Utara	1. Sungai Buluh 2. Mantaas 3. Rantau Bujur
3.	Hulu Sungai Selatan	Daha Utara	1. Teluk Haur 2. Hamayung 3. Pandak Daun 4. Paharangan 5. Hamayung
		Daha Selatan	1. Bajayau Baru 2. Bajayau Lama
4.	Barito Kuala	Kuripan	1. Tabatan 2. Tabatan Baru
5.	Tanah Laut	Bati-bati	Banua Raya

Budidaya ternak kerbau rawa banyak dilakukan di daerah rawa yang relatif terpencil dari daerah lain secara tradisional dengan cara digembalakan di rawa-rawa secara berkelompok, ternak ini berkembang biak secara alami. Pemeliharaan kerbau pada musim hujan/air dalam dengan cara digembalakan di rawa dan sore hari dikandangkan yang disebut dengan nama kalang, sedang pada musim kemarau kerbau digembalakan di padang gembala (Saderi *et al.*, 2004). Pemerintah Daerah melalui Dinas Pariwisata khususnya di Kab. HSU pada tahun 1996 menjadikan kerbau rawa sebagai salah satu obyek dan daya tarik wisata yang unik “pacuan kerbau” disamping habitatnya berupa kawasan rawa-rawa menjadi daya tarik tersendiri (Dinas Pariwisata Kalimantan Selatan, 1996). Namun agenda ini tidak dilaksanakan secara rutin setiap tahun.

Hasil survei yang dilaporkan oleh Rohaeni *et al.* (2005 dan 2006) terdapat beberapa jenis hijauan yang dominan (Tabel 3). Hasil penelitian terdahulu (Faturrahman, 1988) terdapat 22 jenis tumbuhan yang dapat

dimanfaatkan sebagai sumber pakan ternak. Namun pada saat pengkajian dilakukan sudah terjadi penurunan jenis tumbuhan menjadi tinggal 19 macam (13,64%) dalam kurun waktu 17 tahun. Jenis tumbuhan yang tidak ada adalah Mesuangan, Wawaluhan dan Binderang.

Tabel 3. Identifikasi/determinasi jenis rumput pakan kerbau

No.	Nama Daerah	Jenis	Suku
1.	Kumpai Jariwit	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	Poaceae
2.	Pepedasan	<i>Polygonum hydropiper</i> L	Polygonaceae
3.	Galunggung/kayapu	<i>Salvinia cucullata</i> Roxb	Salvinaceae
4.	Kangkung rawa	<i>Ipomea aquatica</i> Forsk	Convolvulaceae
5.	Hiring-hiring	<i>Cyperus platystylis</i> R. Br	Cyperaceae
6.	Sumpilang	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Poaceae
7.	Kumpai miyang	<i>Hymenachne interrupta</i> Buese	Poaceae
8.	Kumpai jolok bini	<i>Hymenachne Amplexicaulis</i> Nees	Poaceae
9.	Kumpai batu	<i>Ischaemum barbatum</i> Retz.	Poaceae
10.	Kumpai jolok laki	<i>Paspalum scrobiculatum</i> L. Var <i>bispicatum</i> Haek	Poaceae
11.	Tanding	<i>Nymphaea pubescens</i> Will	Nymphaeaceae
12.	Gugura	<i>Panicum repens</i> L.	Poaceae
13.	Banta	<i>Leersia hexandra</i> Swartz	Poaceae
14.	Ilung/eceng gondok	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Pontederiaceae

Sumber : Rohaeni *et al.*, 2005

Analisis proksimat yang dilakukan pada sampel hijauan (yang biasa dikonsumsi kerbau), ditampilkan pada Tabel 4. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa hijauan memiliki kualitas yang cukup baik, hal ini ditunjukkan dengan kandungan protein dan TDN yang cukup tinggi. Eceng Gondok/Ilung merupakan salah satu jenis hijauan yang sangat melimpah dan pertumbuhannya cepat karena di saat rumput lain mati, eceng tetap tumbuh namun kerbau kurang suka. Eceng gondok ini berpeluang sebagai salah satu sumber hijauan yang berpotensi karena kandungan protein (12,48%) dan TDN (61,21%) dibanding jenis rumput lainnya.

Tabel 4. Hasil analisis proksimat hijauan atau pakan untuk kerbau rawa

No.	Gizi	Nama rumput/hijauan							
		R.Minyak	R. Batu	R.Mining	J.Laki	Babatu ngan	P.Hiang	Sumpi lang	Eceng
1.	B.Kering	94,57	94,73	93,69	93,49	93,80	94,30	94,07	94,27
2.	Protein K	7,99	6,21	8,97	10,78	8,96	8,02	6,25	12,48
3.	Lemak K	1,14	1,16	1,62	1,33	1,11	1,69	0,91	1,36
4.	Serat K	27,85	34,59	23,66	26,09	21,09	28,28	18,99	23,27
5.	K. Abu	10,92	10,28	12,04	10,03	11,01	14,23	6,98	13,44
6.	BETN	52,09	47,77	53,71	51,77	57,83	47,78	66,85	49,46
7.	TDN	59,30	54,40	62,24	61,46	65,24	56,22	71,69	61,21
8.	Kalsium	0,42	0,24	0,19	0,47	0,91	0,24	0,19	1,72
9.	Pospor	0,22	0	0,12	0,13	0,16	0,31	0,13	0,27

Sumber : Rohaeni *et al.*, 2005

Hasil kajian yang dilaporkan oleh Rohaeni *et al.* (2011) pada penggemukan kerbau rawa berupa perbaikan pakan lokal dengan pakan tambahan berupa pemberian dedak padi sebanyak 1 kg per ekor per hari, 5 kg eceng gondok dan rumput lokal 10% pada kerbau jantan memberikan tambahan berat badan antara 0,3 – 0,88 kg per ekor/hari dengan rata-rata sekitar 0,61 kg/hari sedangkan untuk ternak kontrol 0,21 kg/ekor/hari. Usaha penggemukan ternak kerbau jantan memberikan keuntungan sebesar Rp. 7.250.000 per tiga bulan dengan skala 8 ekor kerbau jantan, nilai R/C 1,13 dan MBCR 2,02. Hasil penelitian lain yang dilaporkan Rianto *et al.* (2005) menghasilkan PBBH pada kerbau jantan yang diberi pakan jerami padi *ad libitum* dan konsentrat 1,25% dari bobot badan sebesar 0,378 kg sedang kerbau yang diberikan pakan jerami padi *ad libitum*, konsentrat 0,625% dan ampas bir 0,625% dari bobot badan dihasilkan PBBH sebesar 0,665 kg. Hasil penelitian lain yang dilaporkan Priyanti dan Saptati (2006) bahwa kerbau yang diberi pakan berupa jerami fermentasi dan konsentrat dihasilkan PBBH antara 0,82 – 0,87 kg/ekor/hari selama 62 hari penggemukan.

Analisis Usaha Ternak Kerbau Rawa

Laporan penelitian Qomariah *et al.* (2009), hasil analisis biaya dan manfaat pada kerbau rawa yang diusahakan petani di daerah rawa ditampilkan pada Tabel 5 dengan perhitungan skala usaha ternak kerbau 10 ekor kerbau/

kandang yang disebut ancak ukuran 10 x 4 m dengan masa pemeliharaan selama 6 tahun. Analisis menunjukkan bahwa usaha ternak kerbau rawa di 4 kabupaten (HSS, HSU, HST, dan Batola) pada tingkat bunga (df) 10% dan 20% menguntungkan dan cukup layak untuk dikembangkan, karena nilai B/C > 1. Nilai NPV (*Net Present Value*) tertinggi dari usaha ternak kerbau rawa selama 6 tahun pada tingkat bunga modal 10% berasal dari ternak kerbau rawa yang diusahakan di Kabupaten Batola (Rp 27.063.999,-) dan yang terendah Kabupaten HSS (Rp 15.236.225,-), dan nilai IRR di ke empat lokasi pemeliharaan kerbau lebih besar dari suku bunga 10%.

Tabel 5. Analisis biaya manfaat usaha ternak kerbau di Kabupaten HSU, HST, HSS, Batola Tahun 2005

Tingkat bunga/ Kriteria investasi	Lokasi			
	HSU	HST	HSS	Batola
10%:				
<i>Pay back period</i> (tahun ke-)	5	5	5	5
B/C	1,824	2,07	1,36	1,85
NPV (Rp)	26.691.083	20.666.647	15.236.225	27.063.999
IRR (%)	18,49	16,86	14,20	16,21

Sumber : Rohaeni *et al.*, 2005

Nilai NPV selama 6 tahun masa pemeliharaan tertinggi di Kabupaten Batola (Rp 27.063.999) dan Kabupaten HSU (Rp 26.691.083) lebih besar dibanding 2 kabupaten lainnya (Kabupaten HST dan HSS), hal ini disebabkan rendahnya biaya pemeliharaan di Kabupaten Batola dan HSU yaitu tidak perlu biaya tambahan untuk pembelian rumput/pakan pada saat musim hujan/air dalam. Kondisi padang penggembalaan yang cukup luas di Kabupaten Batola sehingga potensi pakan/hijauan yang cukup banyak, sementara jumlah kerbau hanya sekitar 800 ekor atau lebih kecil dari jumlah ternak kerbau daerah lainnya. Sementara di Kabupaten HSU meskipun jumlah kerbaunya banyak tetapi luas lahan padang gembalaan masih mencukupi untuk memenuhi kebutuhan pakan kerbau. Lain halnya yang terjadi di Kabupaten HST dan HSS di mana lokasi pengembangan kerbau rawa termasuk dalam wilayah ramai, dekat jalan dan sangat bersaing dengan penggunaan lahan komoditas lainnya seperti perikanan, tanaman pangan, dan hortikultura atau terjadi perubahan fungsi lahan penggembalaan menjadi lahan pertanian/perikanan seiring dengan pertumbuhan penduduk.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kerbau rawa sebagai plasma nuftah Kalimantan Selatan terkait dengan keadaan lahan padang gembalaan yang semakin berkurang seperti di Kabupaten HST dan HSS, maka menuntut peternak untuk mulai merubah arah pola pengembangan secara semi intensif atau bahkan intensif dari berbagai aspek baik bibit, pakan dan manajemen, sedangkan untuk Kabupaten HSU dan Batola pola pengembangannya dapat saja secara semi intensif namun perlu perbaikan dari segi peningkatan kualitas bibit pejantan, dan pengelolaan padang penggembalaan, dan untuk Kabupaten HSU ditambahkan perbaikan kualitas pakan atau pakan tambahan.

Keuntungan usaha kerbau rawa atau *pay back period* di semua kabupaten baru diperoleh pada tahun ke-5 atau setelah masa pemeliharaan selama 5 tahun, tetapi dengan jumlah penjualan kerbau yang berbeda untuk setiap kabupaten agar modal bisa kembali dan menguntungkan, sebab pos-pos biaya yang dikeluarkan dan harga jualnya cenderung berbeda di keempat lokasi pengembangan kerbau rawa, seperti harga bibit, biaya pembuatan kalang dan kandang, adanya pembelian rumput pada saat tertentu, dan lain-lain.

Di Kabupaten HSU dan Batola dengan hanya menjual 4 ekor induk dan 4 ekor anak kerbau berumur 1 tahun pada tahun ke-5 sudah kembali modal dan menguntungkan, sedangkan di Kabupaten HST selain menjual 4 ekor induk, juga harus menjual 6 ekor anak, dan di Kabupaten Batola selain menjual 4 ekor induk, juga harus menjual ke 8 ekor anaknya. Oleh sebab itu terdapat perbedaan pendapatan yang jauh lebih tinggi atau berbeda pada tahun ke-6 antara Kabupaten Batola dan HSU dengan Kabupaten HST atau Kabupaten HSS.

Harga kerbau di Kabupaten HSS dan HST lebih tinggi dari Kabupaten HSU dan Batola diperkirakan karena Kabupaten HSS dan HST merupakan pusat perdagangan barang keperluan hidup masyarakat sehari-hari untuk wilayah Benua Enam (Hulu Sungai). Sistem upah tenaga kerja/pemelihara antara kabupaten bervariasi sesuai kebiasaan, tetapi nilainya jika dirupiahkan cenderung tidak jauh berbeda. Khusus untuk Kabupaten Barito Kuala, dalam 1 ekor kerbau bisa dimiliki oleh 2 orang atau 4 orang, sehingga upah harus ditanggung bersama dan hasil dibagi rata, kepemilikan seperti ini istilahnya “Sepaha”.

Pemeliharaan kerbau rawa pada saat ini kebanyakan hanya dilakukan oleh pekerja atau "Penggaduh", dengan sistem bagi hasil atau upah yang sudah lama diterapkan. Hampir 50% dari jumlah peternak kerbau rawa di semua Kabupaten hanya berstatus sebagai penggaduh atau pengangaron, oleh sebab itu hasil yang mereka peroleh setiap tahun dengan skala usaha : 10 ekor kerbau/ancak ukuran 10 x 4 m jika diuangkan hanya menerima Rp 2.000.000/tahun atau Rp 166.600/bulan. Jika dibandingkan dengan UMR Kalimantan Selatan (Rp 650.000), jauh lebih kecil dan perlu perhatian dari pemilik kerbau dan instansi yang berwenang.



Gambar 4. Pemeliharaan kerbau rawa di rawa lebak tengahan sampai dalam saat musim hujan di Kabupaten Hulu Sungai Utara



Gambar 5. Pemeliharaan kerbau rawa saat musim kemarau di Kabupaten Hulu Sungai Utara



Gambar 6. Profil pemeliharaan kerbau di lahan rawa lebak tengahan di Kab. Hulu Sungai Selatan



Gambar 7. Profil pemeliharaan kerbau rawa di lahan rawa Barito Kuala



Gambar 8. Potensi pakan ternak untuk kerbau di daerah rawa



Gambar 9. Potensi pakan pada awal musim hujan di lahan rawa



Gambar 11. Pemeliharaan kerbau saat musim kemarau



Gambar 12. Pemeliharaan kerbau rawa saat musim hujan



Gambar 10. Pemeliharaan kerbau rawa secara intensif di Kabupaten Hulu Sungai Tengah



Gambar 11. Penggemukan kerbau rawa jantan secara intensif

Usahatani Ternak Sapi

Ternak sapi merupakan salah satu jenis ternak ruminansia yang dapat berkembang pada berbagai kondisi agroekosistem dengan syarat utama tersedianya pakan. Dalam melakukan usaha ternak sapi, terdapat masalah yang dihadapi di antaranya terbatasnya bibit yang bermutu, dan sulitnya ketersediaan pakan pada musim tertentu. Untuk daerah lahan kering umumnya kesulitan pakan terjadi pada puncak musim kemarau antara 2-3 bulan, sedang di daerah rawa terjadi pada puncak musim hujan (karena terendam air). Pada pola peternakan sapi potong secara tradisional, budidaya penanaman hijauan tidak dilakukan. Hijauan yang diberikan untuk sapi potong sebagian besar adalah rumput lapang yang ketersediaannya sangat tergantung pada alam dan musim.

Ternak sapi cukup banyak diusahakan di lahan pasang surut, khusus di Kalimantan Selatan yaitu di Kabupaten Barito Kuala. Dukungan Pemerintah Daerah terhadap usaha ternak ini diwujudkan bentuk program pengembangan baik bantuan ternak dan program lainnya. Barito Kuala ditetapkan sebagai daerah pemurnian sapi Bali, sehingga ternak yang diusahakan dan dikembangkan adalah selalu sapi Bali.

Pemeliharaan ternak di Barito Kuala dilakukan secara intensif dan dikandangkan dalam kandang kelompok/kawasan atau individu. Pemeliharaan ternak yang dilakukan di lahan pasang surut ini dilakukan secara intensif dengan selalu mengurung ternak dalam kandang karena alasan agroekosistem. Lahan pasang surut memiliki tekstur yang lunak atau lembek sehingga ternak tidak dapat dilepas begiru saja di lahan terbuka karena khawatir terperosok, selain memang ketersediaan lahan kosong untuk penggembalaan semakin berkurang karena intensifnya pemanfaatan lahan untuk usaha pertanian. Kelemahan dari cara pemeliharaan ini mengakibatkan ternak menjadi kurang bergerak dan kuku menjadi lebih cepat panjang yang berakibat pada sulitnya beraktivitas.

Sentra pengembangan ternak sapi di Kabupaten Barito Kuala, ada di Kecamatan Wanaraya yang didukung dengan Sentra Peternakan Rakyat (SPR) yang terdiri atas 23 kelompok dengan populasi ternak di atas 1.000 ekor. Skala pemilikan ternak sapi antara 2-10 ekor dengan rata-rata 4 ekor/KK, pakan yang diberikan umumnya berupa rumput. Sejak dilakukan pendampingan peternakan oleh BPTP Kalsel bersama dinas terkait sejak tahun 2010, beraangsur petani mulai memberikan pakan tambahan pada ternak induk terutama yang bunting tua. Inovasi teknologi yang mulai berkembang ditampilkan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Inovasi teknologi yang digunakan petani

No.	Aspek	Inovasi teknologi
1.	Kandang	Kandang kelompok/kawasan
2.	Pakan	Selain rumput sebagai pakan utama, juga ditambahkan : Singkong, kulit singkong Dedak Limbah sawit (limbah kebun dan limbah pabrik)
3.	Rumput unggul	Brachiria, rumput gajah, gajah mini, indigofera
4.	Perkawinan	Inseminasi Buatan
5.	Pencegahan penyakit	Pemberian vitamin Obat cacing Jamu ternak
6.	Pemanfaatan limbah ternak	Pengomposan kotoran ternak Pembuatan biourin/pupuk cair

Kajian Pakan pada Ternak Sapi

Kajian pemberian pakan yang dilaporkan oleh Rohaeni *et al.* (2011) pada penggemukan sapi diperoleh hasil bahwa rata-rata pertambahan berat badan harian (PBBH) dan bobot badan (BB) selama pengkajian sebesar 0,67 kg/ekor/hari sedang kontrol 0,37 kg/ekor/hari (Tabel 7). Berdasarkan uji statistik dengan menggunakan uji T tes perbaikan pakan dengan pemberian pakan tambahan berupa dedak dan singkong dengan total 1% dari bobot badan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertambahan berat badan. Bila dibandingkan pertambahan berat badan harian (PBBH) ternak kelompok perlakuan dengan kontrol, maka terlihat bahwa PBBH perlakuan lebih baik dari kontrol, demikian juga bila dilihat antara bangsa. Untuk bangsa sapi lokal yaitu Bali dan Peranakan Onggole (PO), PBBH yang ditargetkan pada penggemukan 0,7 kg/ekor/hari, namun pada kegiatan ini hanya dihasilkan 0,53 kg/ekor/hari, sedang untuk bangsa sapi tipe ex-impor (Limosin/Brahman/Simmental) PBBH yang dihasilkan lebih besar (1,1 kg) dari target yaitu 0,9 kg/ekor/hari. Selanjutnya kalau dibandingkan dengan standar NRC (2000) adalah 0,80 kg/hari untuk sapi lokal/PO dan 1,20 kg/hari untuk sapi peranakan eks-impor, hasil pengkajian ini juga tidak terlalu jauh berbeda. Tidak tercapainya pertambahan berat badan sesuai target maupun standar NRC (2000) diduga asupan nutrisi dari bahan pakan yang diberikan belum mencapai standar kebutuhan sesuai pernyataan Soeparno (1998) dan Tillman *et al.* (1998), bahwa faktor genetis dan asupan nutrisi sangat mempengaruhi terhadap kecepatan pertumbuhan ternak.

Tabel 7. Keragaan ternak pada kegiatan demplot usaha penggemukan selama pengamatan 99 hari

No	Bangsa	Keragaan Ternak	
		Perlakuan	Kontrol
1	PBBH (kg/ekor/hari) :		
	Bali dan PO	0,53	0,30
	Limosin/Brahman/Simmental	1,11	0,60
	Rataan	0,67a	0,37b
2	BB (kg/ekor) :		
	BB awal	294,54	236,61
	BB akhir	360,87	273,24
3	Konsumsi (kg) :		
	Hijauan pakan ternak	25	25
	Dedak	1,47	-
	Sawut (singkong serut kering)	1,47	-
	Bahan Kering	10,95	10
	Protein Kasar	0,59	0,45
	TDN	3,67	2,5

Keterangan: huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Sumber : Rohaeni *et al.* (2011)

Selanjutnya Rohaeni *et al.* (2011) melaporkan bahwa ternak perlakuan memberikan nilai pendapatan lebih sebesar Rp 9.584.289 dalam waktu 99 hari sedang kelompok kontrol sebesar Rp 5.508.360 dengan nilai Margin Benefit Cost Ratio (MBCR) 1,45. Nilai MBCR ini berarti bahwa setiap kenaikan biaya sebesar Rp 1 memberikan kenaikan hasil Rp 1,45, sehingga teknologi perbaikan pakan ini lebih menguntungkan dibanding kontrol. Keuntungan rata-rata untuk kelompok perlakuan sebesar Rp 737.253/ekor sedang ternak yang dipelihara dengan cara petani (kontrol) Rp 423.720/ekor. Selisih pendapatan yang dihasilkan memang tidak terlalu banyak, namun pemberian pakan tambahan dapat mempercepat penjualan sehingga masa pemeliharaan dapat diperpendek, sehingga dalam 1 tahun dapat dilakukan usaha penggemukan lebih dari satu periode, selain itu waktu untuk mencari rumput berkurang sehingga waktunya dapat digunakan untuk usaha lain. Analisis usaha penggemukan sapi potong seperti tampak pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis usaha penggemukan dengan skala ternak 13 ekor per kelompok perlakuan

No.	Uraian	Jumlah
1.	Perlakuan :	
	Biaya pakan (Rp)	12.835.251
	Penerimaan (Rp)	22.419.540
	Pendapatan (Rp)	9.584.289
2.	Kontrol :	
	Biaya pakan (Rp)	3.861.000
	Penerimaan (Rp)	9.369.360
	Pendapatan (Rp)	5.508.360
3.	MBCR (Margin benefit cost ratio)	1,45

Sumber : Rohaeni *et al.* (2011)

Hasil kajian menyimpulkan bahwa pemberian pakan tambahan berupa sawut dan dedak masing-masing 0,5% memberikan pertambahan berat badan yang lebih besar dibandingkan kontrol. Hasil perhitungan analisis usaha dengan pemberian pakan tambahan dihasilkan keuntungan sebesar Rp 732.253/ekor lebih besar dibandingkan dengan kontrol yang hanya memperoleh keuntungan sebesar Rp.423.720/ekor, sementara nilai MBCR sebesar 1,45 (Rohaeni *et al.*, 2011).

Kajian Pemanfaatan Limbah Sawit

Daerah rawa yang memiliki populasi ternak sapi yang besar dengan posisi sebagai sumber bibit di Kalimantan Selatan yaitu Barito Kuala, kabupaten ini ditetapkan sebagai sumber bibit sapi Bali dan merupakan daerah sentra pemurnian sapi Bali. Sesuai dengan informasi sebelumnya bahwa pemeliharaan ternak sapi di Batola dilakukan secara intensif, sehingga ketersediaan pakan mutlak disediakan oleh pemiliknya. Masalah yang dihadapi petani adalah ketersediaan pakan, oleh karena itu pemanfaatan limbah pertanian perlu dilakukan sebagai sumber pakan. Limbah pertanian yang memiliki peluang yang baik sebagai sumber pakan yaitu limbah sawit.

Perkembangan komoditas kelapa sawit di Indonesia sejak awal tahun 1980an sangat pesat (Elisabeth dan Ginting, 2003). Usaha kelapa sawit

di Kalimantan Selatan juga mengalami kemajuan yang sangat pesat dan merupakan salah satu komoditas unggulan. Luas kelapa sawit pada tahun 2015 di Kalimantan Selatan sekitar 409.838 ha (Biro Pusat Statistik Kalimantan Selatan, 2016). Daerah rawa yang juga mengembangkan kelapa sawit di Kalsel yaitu Barito Kuala. Luas tanaman kelapa sawit Tahun 2015 di Kabupaten Barito Kuala 25.017 ha atau hanya 6,1 % dari luas kebun kelapa sawit di Kalimantan Selatan, tanaman itu telah berproduksi sejak tahun 2015 (BPS Barito Kuala, 2016 dan BPS Kalimantan Selatan, 2016). Kabupaten Barito Kuala juga pada tahun 2015 telah mendirikan pabrik kelapa sawit untuk pengolahan *crude palm oil* (CPO). Industri ini menghasilkan limbah yang berpotensi untuk pakan ternak yaitu *solid* atau lumpur sawit.

Menurut Rohaeni *et al.*, (2016) bahwa meningkatnya usaha perkebunan kelapa sawit berpotensi sebagai penghasil biomasa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan pakan baik dari pelepah atau biomasa pabrik berupa lumpur atau *solid*. Biomasa pabrik berupa *solid* dapat digunakan sebagai sumber bahan pakan yang berkualitas dengan harga murah, namun dalam penggunaan harus dilakukan dengan cara mencampur *solid* dan bahan pakan lain. Pemanfaatan biomasa sawit berupa *solid* fermentasi sebagai bahan dasar pakan dapat memperbaiki kinerja dan reproduksi sapi.

Usahatani Ternak Itik

Itik merupakan salah satu jenis unggas yang banyak dipelihara oleh masyarakat pedesaan. Keberadaan itik tersebar di seluruh Indonesia dengan berbagai nama sesuai dengan lokasi tempat berkembangnya. Salah satu itik lokal yang cukup dikenal dan berpotensi adalah itik Alabio (*Anas platyrhincos* Borneo) yang banyak dipelihara dan dibudidayakan masyarakat di daerah Kalimantan Selatan. Itik Alabio yang diusahakan utamanya berperan sebagai penghasil telur baik telur tetas maupun telur konsumsi. Apabila masa produksinya telah selesai atau pasca produksi, itik-itik betina tersebut akan segera diafkir dan dijual sebagai itik potong.

Populasi ternak itik di Kalsel pada tahun 2015 sekitar 4.182.170 ekor dengan kontribusi produksi telur dan daging itik di Kalimantan Selatan yang dihasilkan terhadap total produksi unggas masing-masing sekitar 29,53% dan 2,86% (BPS Kalimantan Selatan, 2016). Besarnya populasi dan produksi dari ternak itik ini tentu saja menunjukkan salah satu potensi dan peluang yang dapat dimanfaatkan untuk memberikan nilai tambah dalam usaha ternak itik, meningkatkan konsumsi gizi keluarga akan protein hewani bahkan sebagai

komoditas agribisnis. Namun beberapa tahun terakhir ini sejak tahun 2007 mulai mewabah serangan penyakit pada ternak itik yang mengakibatkan kematian yang cukup tinggi.

Peran Ternak Itik

Pemeliharaan ternak itik utamanya adalah untuk produksi telur, kemudian daging dan selanjutnya produk limbah seperti bulu, dan ceker. Itik Alabio yang merupakan salah satu jenis itik lokal yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Kalimantan Selatan mempunyai reputasi yang cukup baik dalam menghasilkan telur. Telur merupakan salah satu bahan pangan yang dihasilkan ternak yang mempunyai nilai gizi tinggi.

Produksi telur itik yang dihasilkan di Kalimantan Selatan pada tahun 2004 sebanyak 19.996.671 kg atau sekitar 53,73% terhadap total produksi telur unggas. Peningkatan produksi telur yang dihasilkan dari tahun 2003 ke tahun 2004 sebesar 0,41% (Dinas Peternakan Propinsi Kalimantan Selatan, 2004a). Dilaporkan bahwa itik Alabio dapat memberikan sumbangan ekonomi yang cukup diandalkan di daerah ini, hal ini diperkuat dengan laporan yang disampaikan oleh Fakhriansyah (1992) yang menyatakan bahwa dengan memelihara itik petelur dapat memberikan sumbangan ekonomi sebesar 42% dari total penerimaan usahatani yang dilakukan petani di Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan.

Sistem pemeliharaan itik pada umumnya terdiri atas tiga macam yaitu ekstensif, semi intensif dan intensif. Menurut Setioko (1992), sistem pemeliharaan itik petelur dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu sistem gembala (ekstensif), sistem lanting (khusus di Kalimantan Selatan) dan terkurung (intensif). Dengan perbedaan sistem pemeliharaan maka tingkat produksi telur yang dihasilkan berbeda pula, tingkat produksi telur dengan pola pemeliharaan ekstensif hanya 20%, semi intensif yaitu 53% dan intensif mampu sampai 70,9% (Dinas Peternakan Propinsi Kalimantan Selatan, 1992). Pakan yang diberikan untuk itik terutama di sentra produksi (HSU, HST dan HSS) adalah dedak, sagu, ikan (segar atau kering) yang ditambah dengan hijauan, dan siput air (kalambuai).

Produksi utama ternak itik yaitu telur kemudian daging. Telur yang dihasilkan selain digunakan untuk konsumsi juga digunakan untuk menghasilkan anak itik sebagai bibit. Sentra penghasil anak itik di Kalimantan Selatan yaitu di Desa Mamar, Kecamatan Amuntai Utara, Kabupaten Hulu Sungai Utara. Anak itik yang dihasilkan berkisar antara

50.000-60.000 ekor/minggu yang dipasarkan di Pasar Alabio setiap hari Rabu. Anak itik yang dihasilkan untuk memenuhi permintaan konsumen di hampir seluruh wilayah Kalimantan Selatan, bahkan ada yang dibawa ke luar propinsi misalnya Kalimantan Tengah dan Timur. Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan diketahui bahwa daya tunas itik Alabio berkisar antara 83,82-91,30% dengan rata-rata 88,08%, dan daya tunas antara 62,27-72,04% dengan rata-rata 67,16%, data disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Keragaan penetasan itik Alabio

Periode	Jumlah Telur (butir)	Jml telur fertil (butir)	DOD (ekor)				Rataan Persentase	
			Hidup	Mati	Cacat	Jumlah	Tunas	Tetas
1.	1.230	1.031	642	-	-	642	83,82	62,27
2.	1.230	1.101	728	-	13	741	89,51	67,30
3.	1.230	1.074	751	1	2	754	87,32	70,20
4.	1.230	1.086	685	3	5	693	88,29	63,81
5.	1.230	1.123	800	3	6	809	91,30	72,04
6.	1.230	1.085	714	-	6	720	88,21	66,36
7.	1.230	1.077	712	8	4	724	87,56	67,22
8.	1.230	1.090	730	7	5	742	88,62	68,07
Jumlah							88,08	67,16

Sumber : Setioko dan. Rohaeni (2002). (DOD : Day Old Duck)

Berdasarkan laporan Setioko dan Rohaeni (2002), rata-rata produksi telur itik yang dihasilkan bervariasi tergantung cara pemeliharaan, pakan, ketrampilan peternak, dan genetis itik. Pada Tabel 10 ditampilkan keragaan produksi itik Alabio yang dibedakan atas pakan dan pemelihara.

Tabel 10. Keragaan produksi itik Alabio

No.	Parameter	Kelompok		
		A	B	C
1.	Rataan produksi telur (%)	66,86a	60,07ab	48,09c
2.	Rataan produksi telur tertinggi (%)	80,69	73,41	66,57
3.	Rataan produksi telur terendah (%)	34,63a	25,6ab	4,21c
4.	Konsumsi ransum (gram/ekor/hari)	248,96a	232,22ab	215,95c
5.	Berat telur (gram/butir)	68,46a	66,73a	66,80a
6.	Jumlah telur (butir)	68.177	58.874	46.974

Sumber : Setioko dan Rohaeni (2002).

Produksi daging dan pemanfaatan daging itik secara nasional di Indonesia bila dibandingkan negara lain seperti di Malaysia dan Thailand masih rendah (Rahardjo *et al.*, 1989). Hal ini diduga karena permintaan konsumen akan daging itik masih rendah. Rendahnya permintaan konsumen akan daging itik karena konsumen kurang menyukai terutama karena baunya yang anyir selain itu daging itik yang ada sebagian besar berasal dari itik afkir sehingga cenderung liat/alot (kurang empuk). Budidaya ternak itik yang ditujukan khusus sebagai penghasil daging belum dilakukan secara besar-besaran seperti pada ayam pedaging. Hal ini diperkuat oleh pendapat Sumanto (1990) yang mengemukakan bahwa usaha penggemukan itik pejantan belum membudaya, meskipun beberapa petani telah melaksanakan pembesaran itik secara tradisional untuk produksi daging. Menurut Iskandar *et al.* (1993) produksi daging itik umumnya merupakan produk sampingan dari usahatani itik petelur yaitu berupa itik afkir/tua yang tidak produktif lagi atau dari kelebihan pejantan yang dijual untuk menambah modal peremajaan itik.

Disamping peranannya sebagai penghasil telur, maka dagingnya bisa diolah dan jenis masakan daging itik seperti opor di Jateng, betutu di Bali, itik goreng di Jatim, sedang di Kalimantan Selatan yang terkenal dan digemari yaitu sate, panggang dan dendeng itik. Selama ini penanganan dan pengolahan daging itik tersebut di atas dinilai hanya bersifat tradisional dan regional.

Khusus untuk itik afkir sebenarnya cukup potensial sebagai sumber daging. Menurut Triyantini *et al.* (1992) kandungan protein daging itik yaitu sebesar 20,38%. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan daging itik adalah usaha penganeekaragaman pengolahannya sehingga dapat memberikan nilai tambah bagi peternak atau pengolah. Dampak positif lainnya adalah secara langsung akan meningkatkan konsumsi protein hewani asal ternak khususnya itik (Triyantini *et al.*, 1992).

Pengolahan pada umumnya dimaksudkan selain untuk mengawetkan daging, juga meningkatkan manfaat sehingga nilai komersialnya bertambah. Namun dalam pengembangannya terdapat kendala yang dihadapi dari daging itik yaitu aromanya yang oleh sebagian konsumen terasa anyir, dagingnya berwarna merah tua dan alot/liat (Hardjosworo, 1990 dan Prawirodigdo, 1990). Oleh karena itu perlu adanya penanganan dan perbaikan pasca panen ternak dalam hal ini daging itik yang berfungsi sebagai pengamanan hasil ternak agar kualitasnya tetap baik selama pemasaran hingga sampai ke tangan konsumen (Triyantini *et al.*, 1992).

Menurut Hardjosworo (1990) untuk merangsang konsumsi daging itik perlu dipromosikan cara-cara pengolahan yang dapat mengurangi kelemahan-kelemahan daging itik (seperti pemanggangan dan pengasapan). Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk memperluas dan mengembangkan promosi pengolahan masakan daging itik dapat dilakukan di tempat pameran, hotel, supermarket, restoran, pedagang kaki lima ataupun media masa (Koesmono, 1990).

Dendeng itik merupakan salah satu bentuk daging olahan yang dikenal di Kalimantan Selatan terutama di Kab. HSU, dendeng itik kurang diminati oleh konsumen. Rendahnya permintaan konsumen terhadap dendeng itik ini mungkin disebabkan karena dendeng itik belum memasyarakat yaitu belum tersedia di warung-warung makan sebagai makanan siap santap seperti itik panggang atau sate itik, dan produksi dendeng itik masih terbatas dan sebagai daerah produsen utamanya ada di kabupaten Hulu Sungai Utara.

Faktor yang diduga sebagai penyebab animo masyarakat terhadap dendeng itik rendah antara lain disebabkan proses pembuatan dendeng itik yang belum sempurna. Daging itik mempunyai banyak lemak sehingga dendeng tidak bisa kering betul dan tidak tahan disimpan lama. Dari responden diperoleh keterangan bahwa dendeng itik hanya bertahan kira-kira 2 sampai 3 minggu.

Potensi dan Permasalahan

Pemeliharaan ternak itik mempunyai peran sebagai sumber pendapatan dan sumber protein hewani baik dari daging dan telur. Peluang pengembangan itik di Kab. HSU cukup besar, hal ini disebabkan di wilayah ini memiliki beberapa keuntungan antara lain :

❖ Bibit

Ketersediaan bibit itik Alabio termasuk mudah karena telah ada spesialisasi usaha yaitu ada petani yang melakukan pemeliharaan itik pembesaran dan usaha penetasan. Adanya itik jenis baru yaitu itik MA (Mojosari Alabio) bagi sebagian masyarakat peternak di Kab. HSU belum mengadopsi. Keunggulan dari jenis itik ini adalah tingkat efisiensi pakan cukup tinggi namun harga telur dan itik afkir relatif lebih murah berbeda dengan itik Alabio yang biaya pakan lebih mahal tetapi harga telur dan itik afkir juga lebih mahal.

❖ **Pemasaran**

Pemasaran bibit dan telur itik cukup baik dan tidak ada masalah, hal ini ditunjukkan adanya permintaan bibit yang cukup tinggi dari daerah lain seperti Kalimantan Timur dan Tengah.

❖ **Ketrampilan**

Petani mempunyai ketrampilan yang baik dalam hal memelihara dan menyeleksi, ketrampilan ini merupakan warisan turun temurun dan pengalaman. Bahkan ada jasa dalam hal memilih telur, bibit atau menentukan jenis kelamin itik pada umur muda (1-7 hari). Ketrampilan ini merupakan potensi yang mendukung dalam peningkatan produksi itik.

❖ **Sosial Budaya**

Usaha pemeliharaan ternak itik tidak mengalami hambatan atau masalah namun bahkan diterima di masyarakat, masyarakat tidak malu untuk melakukannya. Oleh karena itu kegiatan ini dapat berkembang luas.

❖ **Dukungan Swasta dan Pemerintah**

Dukungan terhadap perkembangan ternak itik telah dilakukan baik oleh swasta maupun pemerintah berupa dana pinjaman bergulir maupun tidak bergulir yang sangat mendukung terhadap perkembangan dan penguatan modal usaha.

Permasalahan umum yang dihadapi peternak dalam beternak itik yaitu mahalnya harga pakan, ketersediaan bahan pakan yang sangat tergantung musim dan fluktuasi harga baik harga pakan dan harga produk (telur, daging maupun bibit) dan masalah khusus yang penting adalah serangan penyakit yang cukup membuat jatuh banggunya usaha ternak itik beberapa tahun terakhir ini (terutama flu burung).

Alternatif Kebijakan Pemecahan Masalah

Berdasar potensi dan permasalahan di atas, terdapat beberapa alternatif kebijakan pemecahan masalah yang dapat dilakukan :

- ❖ Teknologi pakan, dengan tujuan untuk menurunkan harga pakan tanpa mempengaruhi produksinya, pemanfaatan pakan lokal yang belum optimal seperti sumber protein yaitu keong mas, ikan rucah, hijauan misalnya eceng gondok

- ❖ Pengendalian dan pencegahan penyakit terutama penyakit berbahaya dan menular dengan cara penyuluhan yang intensif dan pengadaan vaksin agar peternak dengan cepat dan mudal untuk membeli
- ❖ Pemantapan kelembagaan akan pentingnya kelembagaan dalam hal pengendalian harga baik produk itik maupun saprodi itik (pakan, bibit)
- ❖ Penguatan modal usaha, dengan cara meningkatkan jalinan kerjasama baik dengan pemerintah dan swasta dengan kesepakatan dan perjanjian agar tidak ada yang dirugikan

Usaha Ternak Ayam Buras

Ayam buras merupakan ternak unggas yang umum dipelihara dan diusahakan masyarakat baik di pinggiran kota atau pedesaan. Ayam buras memiliki fungsi strategis dalam pemenuhan pangan dan gizi masyarakat. Ayam buras berperan sebagai penghasil daging, telur, peluang kerja dan sumber pendapatan keluarga. Pengembangan ayam buras diprioritaskan untuk peternakan rakyat karena teknologinya sederhana, dapat diusahakan secara sambilan, mudah dipelihara oleh masyarakat berpendapatan rendah, cocok untuk skala usaha keluarga di pedesaan dan telah tersebar diseluruh pelosok tanah air (Soehadji, 1993).

Permasalahan dalam pengembangan ayam buras antara lain adalah skala usaha kecil (pemilikan induk betina kurang dari 10 ekor), produksi telur rendah, berkisar antara 30–40 butir/tahun, pertumbuhan lambat, mortalitas tinggi, penyakit ND, dan pemeliharaan tradisional. Peningkatan produktivitas ayam buras dapat dilakukan melalui perbaikan pakan dan peningkatan mutu genetik serta pengendalian penyakit secara periodik, terutama ND, cacangan, dan kutu. Muryanto *et al.* (1994) menyebutkan bahwa permasalahan pada pengembangan ayam buras di Indonesia, diantaranya adalah sistem pemeliharaan yang sebagian besar masih bersifat tradisional, pakan yang belum memadai dari segi kualitas dan kuantitas, kematian anak ayam yang tinggi serta produktivitas yang rendah.

Kelebihan dari pemeliharaan ayam buras diantaranya : lebih tahan terhadap penyakit, tahan dan mudah menyesuaikan dengan cuaca di Indonesia, pakannya mudah, bahkan bila dipelihara ala kadarnya cukup diberi makanan sisa-sisa. Usaha ternak ayam buras atau ayam kampung dapat dilakukan di mana saja tanpa melihat agroekosistem. Namun daerah dengan lahan yang cukup luas dan banyak terdapat sumber pakan merupakan pilihan

tepat. Daerah rawa merupakan salah satu agroekosistem yang cocok untuk dilakukan budidaya ternak unggas. Contohnya adalah di Kalimantan Selatan terutama lahan rawa lebak, yang masyarakatnya memiliki pengalaman yang lama dan motivasi yang tinggi terhadap beternak termasuk beternak ayam buras. Ayam buras merupakan salah satu komoditas penting di Kabupaten Hulu Sungai Utara (HSU) yang sebagian besar lahannya sebagai lahan rawa lebak. Skala pemilikan ayam buras antara 50-1.000 ekor yang dipelihara secara intensif sebagai penghasil telur konsumsi, telur tetas atau sebagai penghasil daging. Inovasi teknologi yang telah dilakukan oleh BPTP Kalsel diantaranya adalah teknologi pakan, introduksi ayam kampung super produksi balitbangtan yaitu ayam KUB, dan jamu ternak.

Kajian Pakan pada Ayam Buras

Kajian yang telah dilakukan pada ayam buras tentang pakan untuk menyesuaikan dengan kondisi di pedesaan yaitu perbaikan teknologi yang diperlukan adalah perkandangan, pencegahan penyakit melalui vaksinasi dan perbaikan pakan. Perbaikan teknologi dapat dilakukan dengan tujuan untuk usaha komersil dengan skala pemeliharaan minimal 150 ekor dapat dilakukan di tingkat pedesaan. Hasil penelitian Rohaeni dan Subhan (2017) menunjukkan bahwa perbaikan pakan melalui beberapa perlakuan pakan memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertambahan bobot badan, dan konversi pakan. Pakan yang memberikan respon yang baik terhadap pertumbuhan, konversi pakan dan keuntungan terbaik adalah pakan dengan komposisi dedak 50% dan pakan jadi 50% yang menghasilkan rata-rata bobot badan 1,24 kg, pertambahan bobot badan 1,08 kg, konversi pakan 3,83 dengan nilai R/C 1,19.

Tabel 11. Perlakuan pakan yang diberikan

No.	Bahan pakan	Perlakuan (%)			
		A	B	C	D
1.	Dedak	50,0	60	70	80
2.	Pakan jadi	50,0	30	21,5	7
3.	Konsentrat	-	5	5,5	10
4.	Jagung	-	1	3	1
5.	Minyak goreng	-	1	-	1
6.	Tanah	-	2	-	-
7.	Mineral	-	1	-	1

No.	Bahan pakan	Perlakuan (%)			
		A	B	C	D
	Energi Metabolis (kkal/kg)	2.650	2.600	2600	2.600
	Protein Kasar (%)	15,5	15	15	15
	Lemak (%)	7,5	9,74	9,98	12
	Serat Kasar (%)	8,0	8,67	9,6	10,4
	Kalsium (%)	0,56	0,86	0,42	0,77
	Pospor (%)	0,36	0,28	0,26	0,2
	Harga (Rp/kg)	4.195	4.000	3.790	3.670

Sumber : Rohaeni dan Subhan (2017)

Tabel 12. Penampilan pertambahan bobot badan, pertambahan bobot badan harian, konversi dan kematian ayam buras sampai umur 12 minggu

No.	Perlakuan	PBBH	Konversi	Kematian
1.	A	17,18a	3,83a	12,5
2.	B	14,5b	4,44b	2,5
3.	C	14,89b	4,38b	10
4.	D	13,07b	4,79b	10

Keterangan : *Superscript* dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$; PBBH : pertambahan bobot badan harian)

Sumber : Rohaeni dan Subhan (2017)

Tabel 13. Analisis biaya dan pendapatan ayam buras umur 12 minggu

No.	Uraian	Perlakuan			
		A	B	C	D
1.	Pengeluaran :				
	Pakan umur 5-21 hari	55.000	55.000	55.000	55.000
	Pakan 3-12 minggu	698.887	742.560	688.109	635.365
	Bibit ayam	320.000	320.000	320.000	320.000
	Obat-obatan	15.000	15.000	15.000	15.000
	Vaksin	15.000	15.000	15.000	15.000
	Jumlah	1.103.887	1.147.560	1.093.109	1.040.365
2.	Penerimaan :	1.310.673	1.254.497	1.254.922	1.115.650
3.	Pendapatan	206.786	106.937	161.813	75.285
4.	R/C	1,19	1,09	1,15	1,07

Sumber : Rohaeni dan Subhan (2017)

Hasil Kajian Ayam KUB

Ayam KUB (Ayam Kampung Unggul Badan Litbang Pertanian) merupakan ayam kampung hasil persilangan yang dihasilkan dari penelitian dan pemuliaan yang dilakukan Balai Penelitian Ternak Ciawi Bogor, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Ayam KUB memiliki keunggulan diantaranya produktivitas telur tinggi, serta sifat mengeram rendah, mampu beradaptasi dengan baik. Ayam KUB memiliki warna bulu beragam, dengan bobot badan mencapai 1.200 - 1.600 gram/ekor, dengan bobot telur antara 35-45 gram. Ayam KUB pertama bertelur lebih awal dibandingkan ayam kampung biasa, yaitu 175 hari (24-25 minggu), ukuran telur sebesar ayam kampung biasa, dengan telur berwarna cream cenderung ke putih. Ayam KUB direlease oleh Badan Litbang Pertanian karena memiliki keunggulan produktivitas telur yang lebih tinggi yaitu 130 - 160 butir/ekor/tahun, sedangkan ayam kampung biasa hanya $\pm$ 60 butir/ekor/tahun (Sofian Iskandar, 2013). Ayam KUB bisa bertelur hingga lebih dari 65%.

Peningkatan produktivitas ayam KUB dapat dilakukan melalui perbaikan kuantitas dan kualitas pakan yang diberikan dengan sistem pemeliharaan intensif. Pakan yang berkualitas harus mengandung nutrisi yang dibutuhkan sesuai dengan umur dan tujuan pemeliharaan. Penggunaan secara maksimal bahan pakan lokal yang konvensional dan inkonvensional yang tersedia di daerah yang bersangkutan dalam upaya menekan serendah mungkin penggunaan bahan pakan impor, sehingga secara keseluruhan harga pakan dapat ditekan sehingga meningkatkan efisiensi dan pendapatan usaha ternak (Ayu *et al.*, 2016).

Kajian yang dilaporkan oleh Ayu *et al.*, (2016) bahwa pemberian pakan dengan formulasi pakan campuran antara konsentrat, jagung dan dedak dengan perbandingan 25%, 40% dan 35% memberikan hasil yang lebih baik dalam hal bobot badan yang dihasilkan, persentase karkas, dan efisiensi pakan dibandingkan pakan cara petani dengan formulasi pakan konsentrat, jagung dan dedak 30%, 40% dan 25%. Kajian yang dilaporkan oleh Suryana *et al.* (2016) tentang ayam KUB yang dilaksanakan di Desa Babirik Hilir, Kecamatan Babirik Kabupaten Hulu Sungai Utara yang lahannya di dominasi oleh lahan rawa lebak. Ayam KUB yang dipelihara berjumlah 1270 ekor yang tersebar di 10 orang koperator yang terhimpun dalam kelompok tani Setia Kawan. Keberhasilan kelompok dalam mengembangkan ayam KUB ini salah satunya dikarenakan semua pakan yang diberikan sudah menggunakan bahan pakan lokal dengan memformulasi pakan secara mandiri.



Gambar 3. Pembuatan Pakan Ayam KUB

Suryana *et al.* (2016) menyebutkan bahwa pembuatan pakan untuk ayam KUB yang dilakukan oleh petani sudah dapat menghemat biaya pakan sebesar 60% atau Rp. 4800/kg. Penggunaan pakan lokal tidak menyebabkan perbedaan pertumbuhan jika dibandingkan dengan pakan komersial yang beredar di pasaran. Kegiatan lainnya telah dilakukan Temu Lapang sebagai salah satu upaya diseminasi pengembangan ayam KUB di Kabupaten Hulu Sungai Utara.

Hasil penelitian yang dilaporkan oleh Hidayat *et al.* (2011) bahwa pada ayam KUB asupan gizi pada masa pertumbuhan menunjukkan adanya pengaruh terhadap beberapa parameter kinerja perteluran pada usia 22-42 minggu. Hal ini ditunjukkan dengan terdapatnya pengaruh dari dilakukannya perubahan pola pemberian ransum pada usia 12-22 minggu terhadap bobot induk pertama bertelur (BIPB), bobot telur pertama (BTP), penambahan bobot hidup (PBH), bobot telur, lebar telur, volume telur ayam KUB. Begitu pula pemberian kadar protein ransum yang berbeda pada usia pertumbuhan memberikan pengaruh terhadap bobot induk pertama bertelur (BIPB), konsumsi ransum (KR), bobot telur, panjang telur dan lebar telur.

Penutup

Usaha ternak yang adaptif dan spesifik lokasi di daerah rawa pasang surut dan lebak yaitu kerbau rawa dan ternak itik. Ternak lainnya yang dapat berkembang dan diusahakan peternak dengan baik yaitu usaha ayam buras dan ternak sapi. Ternak sapi lebih mudah dan memungkinkan untuk diusahakan di lahan rawa pasang surut dengan lantai kandang yang padat dan kuat dan pembuatan kandang dilakukan pada lahan yang kering dan

lebih tinggi, tidak tergenang air. Pemeliharaan ternak sapi di lahan rawa lebak terutama yang tengahan dan dalam kurang direkomendasikan karena akan mengganggu terhadap produktivitas selain itu pada agroekosistem ini terdapat banyak nyamuk yang mengganggu pertumbuhan ternak. Pemeliharaan ternak unggas baik itik dan ayam buras layak dan cocok untuk diusahakan baik oleh masyarakat pada agroekosistem pasang surut atau rawa lebak.

Daftar Pustaka

- Alihamsyah, T. 2004. Potensi dan Pendayagunaan Lahan Rawa untuk Peningkatan Produksi Padi. Ekonomi Padi dan beras Indonesia. *Dalam* Faisal Kasrino, Effendi Pasandaran dan A.M. Fagi (Penyunting). Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Ayu, P.I. , Nyoman Suyasa dan Eni Siti Rohaeni. 2016. Pertumbuhan dan Persentase Karkas Ayam Kampung Unggul Badan Litbang (KUB) pada Pemberian Ransum yang Berbeda.
- Biro Pusat Statistik Kalimantan Selatan. 2016. Kalimantan Dalam Angka. BPS. Banjarmasin.
- Barito Kuala Dalam Angka. 2016. Barito Kuala Dalam Angka. BPS Batola.
- Dinas Pariwisata Propinsi Kalimantan Selatan. 1996. Upaya Pengembangan Kerbau Rawa sebagai Obyek Wisata Agro di Kalimantan Selatan. Makalah disampaikan dalam rangka : Diskusi Kerbau Rawa sebagai Obyek Wisata Agro. Banjarbaru 25 Maret 1996.
- Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Selatan. 2004a. Laporan Tahunan. Dinas Peternakan Kalimantan Selatan. Banjarbaru.
- Djaenudin, U. D. 2009. Prospek Penelitian Potensi Sumber Daya Lahan di Wilayah Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 2(4) : 243-257.
- Elisabeth, J., dan S. P. Ginting. 2003. Pemanfaatan hasil samping industri kelapa sawit sebagai bahan pakan ternak sapi potong. *Prosiding Lokakarya Nasional : Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi*. Bengkulu 9-10 September 2003. P. 110-119.
- Fakhriansyah. 1992. Peranan Pemeliharaan Ternak Itik Petelur dan Tingkat Penerapan Faktor-faktor Penentu (*Impact-Point*) Bagi Nilai Penerimaan Kotor di Desa Padang Luas Kecamatan Kurau Kabupaten Tanah Laut. Laporan Praktek Lapang. Universitas Islam Kalimantan, Fakultas Pertanian, Jurusan Peternakan, Banjarbaru.
- Faturahman. 1988. Analisis Vegetasi dan Produktifitas Rumpun Rawa di Kecamatan Danau Panggang Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kalimantan Selatan. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Hardjosworo, P.S. 1990. Usaha-usaha peningkatan manfaat itik Tegal untuk produksi telur. *Prosiding Temu Tugas Sub Sektor Peternakan : Pengembangan Usaha Ternak Itik di Jawa Tengah*. Ungaran 9 Januari 1990. P.6-9.

- Hidayat, C., S. Iskandar dan T. Sartika. 2011. Respon Kinerja Perteluran Ayam Kampung Unggul Balitnak (KUB) terhadap Perlakuan Protein Ransum pada Masa Pertumbuhan. *JITV Vol. 16 No. 2 Th. 2011*: 83-89.
- Iskandar, S., T. Antawidjaja, D. Zainuddin, A. Lasmini, T. Murtisari, B. Wibowo, Abubakar, T. Susasnti, E. Basuno, E. Masbulan, dan Supriyadi. 1993. Studi produk-produk Inkonvensional dari Berbagai Jenis Unggas Air di Jawa, Bali dan Kalimantan Selatan. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Koesmono, R. 1990. Program pengembangan ternak itik propinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah PELITA V (1989-1993). *Prosiding Temu Tugas Sub Sektor Peternakan : Pengembangan Usaha Ternak Itik di Jawa Tengah*. Ungaran 9 Januari 1990. P99-105.
- Muryanto, W. Dirjopranoto, Subiharta, D.M. Juwono. 1994. Rakitan hasil-hasil penelitian ayam buras di Sub Balai Penelitian Ternak Klepu. Usaha ternak kecil sebagai basis industri peternakan di daerah padat penduduk. *Pross. Pertemuan nasional pengolahan dan komunikasi hasil-hasil penelitian*. Semarang 8 – 9 Pebruari 1994. P. 98 - 114
- National Research Council. 2000. Making aquatic weeds useful. Dalam MacKinnon, Kathy. 2000. Ekologi Kalimantan. Seri Ekologi Indonesia. Buku III. Prenhallindo. Jakarta.
- Prawirodigdo, S. 1990. Daging itik : permasalahan dan prospeknya di Indonesia. *Prosiding Temu Tugas Sub Sektor Peternakan : Pengembangan Usaha Ternak Itik di Jawa Tengah*. Ungaran 9 Januari 1990. P99-105.
- PRIYANTI, A. dan R.A. SAPTATI. 2006. Analisis ekonomi dan tata niaga usaha ternak kerbau. Pros. Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau Mendukung Program Kecukupan Daging Sapi. Sumbawa, 4 – 5 Agustus 2006. hlm. 142 – 150.
- Qomariah, R., E. S. Rohaeni, dan Yantirina. 2009. Analisis Kelayakan Finansial Usahatani Kerbau Rawa (*Bubalus bubalis*) di Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kalimantan Selatan. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Volume 12, Nomor 3, Nopember 2009.
- Rahardjo, Y.C., L.H. Prasetyo, A.R. Setioko, S. Sastrodihardjo, S. Prawirodigdo, U. Wijaya, W. Dirdjoprato, T. Sartika dan D. Gultom. 1989. Laporan Survei Potensi Bulu Unggas Air di Jawa dan Bali. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- RIANTO, E., N. MURYANTI dan E. PURBOWATI. 2005. Retensi protein pada kerbau muda jantan yang mendapat ampas bir sebagai pengganti konsentrat. Pros. Seminar Nasional AINI V. Malang, 10 Agustus 2005. hlm. 295 – 307.
- Rohaeni, E.S., A. Darmawan, A. Hamdan, R. Qomariah dan A. Subhan. 2005. Inventarisasi dan Karakterisasi Ternak Kerbau di Kalimantan Selatan. Laporan Hasil Penelitian. BPTP Kalimantan Selatan.
- Rohaeni, E.S., A. Hamdan, R. Qomariah dan A. Subhan. 2006a. Inventarisasi dan Karakterisasi Ternak Kerbau di Kalimantan Selatan. Laporan Hasil Penelitian. BPTP Kalimantan Selatan.

- Rohaeni, E. S., A. Subhan, Suryana, A. Darmawan, S. Awaliah, H. Kurniawan, Supriyono, Pagiyanto dan Susanto. 2016. Pendampingan Kawasan Pertanian Nasional Komoditas Peternakan di Kalimantan Selatan. Laporan Akhir. BPTP Kalimantan Selatan.
- Saderi, D. I., E. S. Rohaeni, A. Darmawan, A. Subhan dan A. Rafieq. 2004. Profil Pemeliharaan Kerbau Rawa di Kalimantan Selatan. (Studi Kasus di Desa Bararawa dan Desa Tampakang, Kecamatan Danau Panggang, Kabupaten Hulu Sungai Utara). Laporan. BPTP Kalsel.
- Setioko, A. R. 1992. Budaya, usahatani dan pasca panen itik. Makalah Temu Tugas dalam Aplikasi : Bidang Peternakan : 71-121.
- Setioko, A. R dan E. S. Rohaeni. 2002. Pemberian bahan pakan lokal terhadap produktivitas itik Alabio. *Pros. Lokakarya Unggas Air : Pengembangan Agribisnis Unggas Air sebagai Peluang Usaha Baru*. Bogor 6-7 Agustus 2001 129-138.
- Soeparno. 1994. Ilmu dan Teknologi Daging. Cetakan Kedua. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Sudana, W. 2005. Potensi dan prospek lahan rawa sebagai sumber produksi pertanian. Analisis Kebijakan Pertanian. Volume 3 No. 2, Juni 2005 : 141-151.
- (Suhardjo *et al. dalam* Puslittanak 2000)--à judul belum lengkap.
- Sumanto, B., T. Murtisari, E. Juwarini dan S. Iskandar. 1990. *Prosiding Pengolahan dan Komunikasi Hasil-hail Penelitian Adopsi Teknologi Peternakan*. P.142-152.
- Suriadikarta, D. A., dan Sutriadi, M.T. 2007. Jenis-jenis Lahan Berpotensi untuk Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. *Jurnal Litbang Pertanian* 26(3) : 115-122.
- Suryana, R. Galib, A. Darmawan, dan H. Kurniawan. 2016. Pengembangan Ayam KUB di Lahan Rawa Lebak Kalimantan Selatan. Laporan Akhir. BPTP Kalimantan Selatan.
- Triyantini, H. Setiyanto, N. Cahyadi, dan N. Sugiarto. 1992. Dendeng sebagai alternatif dalam upaya penganekaragaman pengolahan daging itik. *Prosiding Agro-Industri Peternakan di Pedesaan*. Ciawi Bogor tanggal 10-11 Agustus 1991. P.448-455.

DEGRADASI LAHAN GAMBUT

Masganti., Eni Maftu'ah., dan Nur Wakhid

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa Banjarbaru

Jln. Kebun Karet, Loktabat Utara, Banjarbaru

masgambut59@yahoo.com

Ringkasan

Lahan gambut mempunyai multi fungsi sebagai pengendali banjir dan kekeringan, pengonservasi berbagai sumber daya genetik, dan penghasil bahan pangan. Lahan gambut telah lama dimanfaatkan untuk berbagai keperluan oleh petani. Pemilihan lahan gambut sebagai pemasok bahan pangan didasarkan atas pertimbangan (1) produktivitas masih rendah, (2) lahan potensial masih luas, (3) indeks pertanaman (IP) masih rendah, (4) lahan terdegradasi yang potensial masih luas, (5) pola produksi bahan pangan bersifat komplementer dengan pola produksi bahan pangan di pulau Jawa, (6) kompetisi pemanfaatan lahan untuk tujuan non-pertanian relatif rendah, dan (7) tersedianya teknologi produksi berbagai komoditas. Kesalahan dalam pemanfaatan lahan gambut seperti pembakaran lahan, pengelolaan air yang salah, penambangan, dan penebangan pohon menyebabkan lahan gambut terdegradasi. Kriteria lahan gambut terdegradasi meliputi (a) bila penutupan vegetasinya didominasi oleh semak belukar, kadar karbon permukaan tanah gambut < 35 t/ha, atau (b) merupakan lahan terbuka bekas tambang. Sedangkan indikatornya meliputi (1) sudah ada penebangan pohon, (2) ada jalan *logging*, (3) ada bekas kebakaran, (4) kondisi lahan kering/tidak tergenang, dan (5) adanya bekas penambangan. Degradasi lahan gambut menyebabkan penurunan kesuburan tanah, produktivitas lahan, jenis tanaman yang dibudidayakan, daya konservasi kawasan air, jumlah dan populasi mikroorganisme, dan meningkatnya pencemaran air, udara, dan tanah, sehingga kapasitas fungsi hidrologi, fungsi konservasi, dan fungsi produksi menjadi berkurang menyebabkan lahan gambut terlantar. Dari 14,95 juta hektar lahan gambut Indonesia, 6,66 juta hektar diantaranya terdegradasi. Angka tersebut akan terus bertambah akibat aktivitas manusia. Remediasi perlu dilakukan untuk memulihkan atau memperbaiki sifat gambut. Remediasi dapat dilakukan melalui (1) pengelolaan air, (2) penggunaan pupuk kandang dan Pugam, (3) penggunaan abu gambut dan lumpur laut, dan (4) pemanfaatan limbah kelapa sawit.

Pendahuluan

Gambut merupakan kata yang tidak asing bagi masyarakat Kalimantan Selatan, terutama petani. Menurut Notohadiprawiro, (1988), istilah ini sudah populer di kalangan masyarakat Banjar (suku Banjar) lebih dari 100 tahun yang lalu, bahkan ada satu kecamatan di wilayah Kabupaten Banjar yang mengabadikannya dengan nama Kecamatan Gambut. Dalam masyarakat ilmiah, gambut dikenal sebagai material atau bahan organik yang tertimbun secara alami dalam keadaan basah berlebihan, bersifat tidak mampat dan atau hanya sedikit mengalami perombakan.

Pengertian gambut dapat dimaknai sebagai bahan yang berasal dari sisa tanaman dan hewan dengan tingkat dekomposisi yang bervariasi. Dalam makna ini variasi karakteristik gambut akan tergantung dari asal bahan organik, tingkat pelapukan, ketebalan lapisan gambut, dan keadaan lingkungan gambut. Gambut juga dapat dimaknai sebagai tanah yang penyusunnya didominasi oleh bahan organik dengan bahan mineral yang relatif rendah. Dalam pengertian ini, karakteristik gambut sangat dipengaruhi oleh komposisi, konsentrasi, dan ketersediaan bahan mineral penyusun gambut. Oleh karena itu karakteristik gambut ditentukan oleh (1) bahan atau komponen penyusun, (2) komposisi dan ketersediaan komponen penyusun, (3) ketebalan setiap lapisan, (4) jenis tanah yang ada di lapisan bawah/stratum, (5) tingkat pelapukan, dan (6) posisi pembentukannya. Faktor-faktor inilah yang menyebabkan karakteristik gambut menjadi variatif.

Gambut mempunyai karakteristik yang unik dan memiliki multifungsi sebagai pengatur tata air, pengendali banjir dan habitat (tempat hidup) anekaragam jenis makhluk hidup maupun sebagai penyimpan karbon, sehingga berperan dalam pengendalian stabilitas iklim global (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012; Masganti, 2013). Salah kelola dalam pemanfaatan lahan gambut oleh manusia seperti pembakaran lahan, pengelolaan air, penambangan, dan penebangan pohon menyebabkan gambut terdegradasi (Masganti *et al.*, 2014a; Wahyunto *et al.*, 2014; Masganti *et al.*, 2015a). Kondisi ini dapat menyebabkan banjir pada musim hujan, kekeringan dan kebakaran pada musim kemarau, dan menurunnya produktivitas lahan dan pendapatan petani (Masganti *et al.*, 2014b; 2015b), serta terjadinya pencemaran terhadap tanah, air dan udara.

Dibandingkan dengan tanah mineral, tanah gambut mempunyai tingkat problematika yang lebih sulit jika dimanfaatkan sebagai lumbung pangan karena sifat-sifat kimia, fisika, dan biologi yang terdapat dalam tanah gambut

(Tan, 1994; Soil Survey Staff, 2010). Oleh karena itu perlu dilakukan tindakan pengelolaan yang tepat agar produktivitas lahan dapat terjaga, pendapatan petani meningkat, dan kerusakan lingkungan menjadi minimal. Salah satunya adalah penerepan teknologi budidaya yang berorientasi dan bersifat konservasi terhadap sumberdaya alam dan lingkungannya.

Pembentukan gambut di wilayah tropika bermula dari adanya genangan di daerah rawa, danau maupun cekungan yang didukung oleh curah hujan yang tinggi sehingga proses pencucian basa-basa dan pemasaman tanah berlangsung intensif diikuti dengan penurunan aktivitas jasad renik perombak bahan organik (Rieley *et al.*, 1996), sehingga kecepatan penimbunan bahan organik berlangsung lebih cepat dibandingkan penguraiannya. Tanah gambut di Indonesia umumnya adalah gambut yang tidak subur dikenal dengan gambut Oligotropik (Masganti, 2003). Jenis gambut ini ditandai dengan kadar abu yang rendah (<2%), biasanya kurang dari 1%, kecuali lahan gambut tersebut mengalami kebakaran yang berulang (Adi Jaya *et al.*, 2001; Kurnain *et al.*, 2001).

Tulisan ini bertujuan untuk memaparkan tentang pengertian lahan gambut terdegradasi, penyebab degradasi dan dampak degradasi terhadap sifat-sifat tanah dan produktivitas lahan, agar menjadi bahan pertimbangan bagi pengambil kebijakan dalam mengembangkan lahan gambut sebagai lumbung pangan secara lestari.

Degradasi Lahan Gambut

Pengertian gambut terdegradasi

Lahan gambut di Indonesia saat ini diperkirakan luasnya mencapai 14,90 juta hektar yang tersebar di Sumatera 6,44 juta hektar (43 %), Kalimantan 4,78 juta hektar (32 %) dan Papua 3,69 juta hektar (25 %) (Ritung *et al.*, 2011). Dari luasan tersebut sekitar 4,4 juta hektar merupakan lahan terdegradasi (Agus *et al.*, 2014). Pada umumnya lahan gambut terdegradasi berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai areal pengembangan pertanian. Namun pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian dihadapkan banyak kendala baik teknis, sosial dan aturan perundang-undangan.

Degradasi merupakan suatu keadaan dimana kapasitas multifungsi gambut berkurang. Pada umumnya degradasi banyak disebabkan oleh kegiatan manusia. Lahan gambut yang terdegradasi dapat dideteksi dengan 2 (dua) cara yakni (1) analisis laboratorium, dan (2) penampakan lapang. Lahan gambut yang terdegradasi apabila kandungan karbon (C) lahan

penutup tanahnya kurang dari 35 t/ha (Rieley dan Setiadi, 1997; Bappenas, 2009; World Resources Institute, 2012). Lahan gambut yang mempunyai kadar C yang < 35 t/ha biasanya vegetasi penutup tanahnya didominasi oleh semak-semak belukar. Pada musim kemarau yang panjang, vegetasi ini sangat rawan terbakar dan menyebabkan emisi karbon/CO₂ (Agus *et al.*, 2012).

Lahan gambut terdegradasi adalah lahan gambut yang telah dialihfungsikan dari hutan alami menjadi areal lain yang tidak termanfaatkan dan mengalami penurunan baik fungsi sebagai media tumbuh maupun fungsi lingkungan. Berdasarkan PP 71 tahun 2014 kerusakan ekosistem gambut pada kawasan budidaya terjadi jika muka air tanah lebih dari 0,4 meter di bawah permukaan gambut dan atau tereksposnya sedimen berpirit dan atau pasir kuarsa di bawah lapisan gambut. Berdasarkan PP 57 tahun 2016 (pengganti PP 71/2014) lahan gambut terdegradasi (rusak) pada kawasan budidaya terjadi jika muka air tanahnya lebih dari 0,4 meter di bawah permukaan dan atau tereksposnya sedimen berpirit dan atau pasir kuarsa di bawah lapisan gambut.

Lahan gambut terdegradasi dicirikan dengan perubahan sifat fisika, biologi dan kimia yang menyebabkan penurunan fungsi ekologi gambut yang membahayakan lingkungan dan sosial ekonomi pembangunan. Degradasi lahan gambut dalam hal penurunan fungsinya sebagai media tumbuh tanaman, dicirikan oleh salah satu sifat atau kombinasi dari beberapa sifat berikut ini yaitu: menurunnya kemampuan memegang air (hidrofobik), meningkatnya kemasaman tanah, menurunnya karbon organik total (TOC) dan semakin menurunnya kadar N-total (Anshari, 2010). Degradasi lahan gambut seringkali disebabkan oleh drainase lahan. Pada kondisi tanpa gangguan, stok karbon lahan gambut umumnya stabil (Page *et al.*, 2002).

Kriteria penentuan lahan gambut terdegradasi dapat mengaju pada: (1) kondisi penutupan lahan, (2) sifat lahan gambut dan kondisi lingkungan, (3) kondisi hidrologi, fisik, dan biologi tanah, dan (4) peraturan perundang-undangan (Wahyunto *et al.*, 2013). Lebih lanjut dijelaskan bahwa indikator lahan gambut terdegradasi dari kondisi lahan dapat langsung diketahui antara lain: sudah ada penebangan pohon; terdapat jalan *logging*, bekas kebakaran, kering/tidak tergenang. Degradasi lahan gambut di Indonesia selalu meningkat dari tahun ke tahun. Kebakaran hutan merupakan salah satu penyebab utama kerusakan tersebut selain penyebab lainnya, seperti penebangan kayu (*illegal logging/over logging*), perambahan hutan, dan konversi lahan.

Jenis penutup lahan atau penampakan lapangan dapat dijadikan dasar untuk menilai apakah lahan gambut tersebut terdegradasi (Wahyunto *et al.*, 2014). Beberapa penciri penampakan lapang adalah (1) tanaman penutup tanahnya merupakan semak belukar, dan (2) lahan terbuka bekas tambang. Biasanya lahan tersebut tidak dimanfaatkan karena produktivitasnya yang rendah, kurangnya sarana pendukung, dan jauh dari pemukiman (Masganti *et al.*, 2015b) serta diperlukan input produksi yang lebih tinggi untuk menghasilkan jumlah bahan pangan yang sama (Masganti *et al.*, 2002, Masganti, 2013).

Terdegradasi atau tidaknya suatu lahan gambut harus dapat ditentukan melalui beberapa indikator secara fisik. Untuk itu, Wahyunto *et al.* (2014) mengusulkan 5 (lima) indikator yang meliputi (1) sudah ada penebangan pohon, (2) ada jalan *logging*, (3) ada bekas kebakaran, (4) kondisi lahan kering/tidak tergenang, dan (5) adanya bekas penambangan.

Penyebab lahan gambut terdegradasi

Pada kondisi alami dan tanpa gangguan, ekosistem hutan gambut umumnya pada kondisi stabil dan seimbang (*equilibrium*). Namun ekosistem hutan gambut yang stabil akan menjadi rapuh dan rusak jika kondisi iklim mikro hutan gambut berubah. Penebangan pohon pada hutan gambut, pengambilan tanah gambut untuk keperluan lain dan konversi lahan gambut menjadi kawasan budidaya dapat mengakibatkan perubahan ekosistem hutan gambut. Berkurang atau hilangnya kawasan hutan rawa gambut akan menurunkan kualitas lingkungan, bahkan menyebabkan banjir pada musim hujan dan kekeringan serta kebakaran pada musim kemarau (Tim Sintesis Kebijakan, 2008). Hutan rawa gambut mempunyai nilai konservasi yang sangat tinggi dan fungsi lainnya seperti fungsi hidrologi, cadangan karbon, dan biodiversitas yang penting untuk kenyamanan lingkungan dan kehidupan satwa. Jika ekosistemnya terganggu maka intensitas dan frekuensi bencana alam seperti kebakaran lahan akan makin sering terjadi dan emisi karbon semakin meningkat.

Penyebab degradasi lahan gambut tidak terlepas dari akibat aktivitas manusia. Perubahan ekosistem lahan gambut dapat terjadi karena adanya perubahan struktur vegetasi dan perubahan tanah gambut. Peristiwa perubahan kedua hal tersebut dapat terjadi secara berbarengan atau dapat juga terjadi salah satunya. Secara garis besar ada 4 (empat) tindakan

manusia yang menyebabkan degradasi, yakni (1) pengelolaan air yang salah, (2) pembakaran lahan, (3) penambangan, dan (4) penebangan pohon (Masganti, 2013; Masganti *et al.*, 2014a, Wahyunto *et al.*, 2014). Keempat faktor ini menyebabkan perubahan komponen ekosistem lahan gambut yang pada gilirannya berdampak negatif terhadap ekosistem gambut (Konsorsium PETUAH, 2017). Degradasi lahan gambut dapat terjadi akibat kesalahan pembukaan lahan, pembuatan saluran drainase serta pengelolaan lahan. Selain itu, degradasi juga dapat disebabkan terjadinya kebakaran atau pembakaran lahan gambut. Kebakaran lahan berdampak terhadap lingkungan dan biofisik lahan yaitu pelepasan asap, CO₂, peningkatan suhu tanah dan udara dan kerusakan habitat flora dan fauna.

Kebakaran lahan menyebabkan terjadinya penipisan lapisan gambut, sehingga mempercepat tersingkapnya lapisan tanah mineral miskin hara yang berada di bawah lapisan gambut, akibatnya tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik dan berproduksi maksimum. Kondisi ini menyebabkan banyak lahan yang terlantar (Las *et al.*, 2012; Masganti, 2013). Kebakaran lahan juga menyebabkan laju subsidensi gambut lebih cepat. Subsidensi gambut diikuti dengan pelepasan gas rumah kaca (GRK), sehingga mencemari lingkungan tanah, air, dan udara. Selain itu unsur N dalam tanah menjadi menguap karena pembakaran.

Salah satu karakteristik unik gambut adalah kemampuan spektakuler dalam menahan atau memegang air. Gambut yang dalam kondisi hidrofilik mampu memegang air 5-30 kali beratnya (Masganti, 2012). Apabila gambut terbakar, kemampuan tersebut mengalami penurunan yang sangat drastis. Inilah salah satu penyebab terjadinya banjir pada musim hujan, dan kekeringan dan kebakaran pada musim kemarau akibat berkurangnya daya konservasi air kawasan (Sarwani *et al.*, 2006; Masganti, 2013; Masganti *et al.*, 2014a). Kebakaran juga menyebabkan berkurangnya jenis dan populasi mikroorganisme di lahan gambut (Agustina *et al.*, 2001), bahkan dapat menyebabkan berkurangnya populasi dan musnahnya satwa tertentu, dan berkurangnya akurasi hasil analisis sifat kimia tanah di laboratorium (Masganti, 2012). Kebakaran juga menyebabkan berkurangnya efektivitas pemupukan tanaman (Masganti *et al.*, 2002).

Pengalaman masa lalu akibat besarnya laju konversi hutan gambut di Indonesia terjadi tidak hanya terhadap hutan yang mempunyai lapisan gambut tipis, tetapi juga terhadap hutan gambut yang mempunyai lapisan gambut tebal yang termasuk kategori kawasan lindung. Pembuatan saluran

drainase untuk mengalirkan air dari hutan gambut ke sungai pada saat konversi lahan gambut untuk pertanian dan perkebunan tidak hanya menyebabkan keringnya air di hutan gambut yang berada di lokasi tersebut, namun juga menyebabkan keringnya kawasan di sekitarnya.

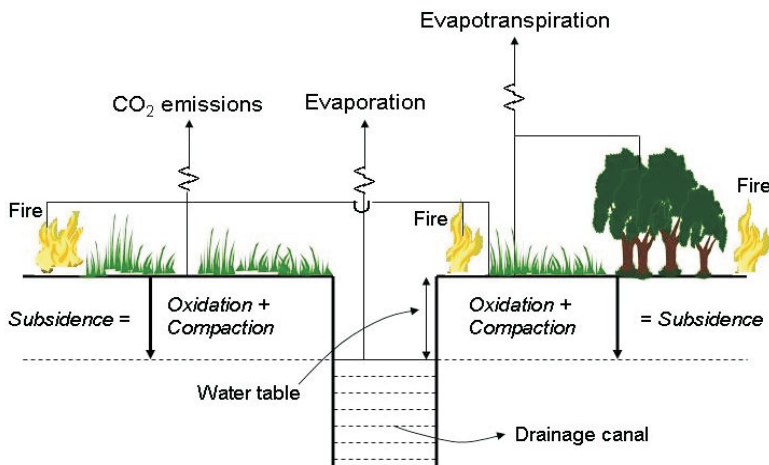
Pengelolaan air yang salah ditengarai sebagai penyebab degradasi lahan gambut (Masganti 2013, Masganti *et al.*, 2014b). Pengelolaan air menjadi salah satu kunci utama untuk meningkatkan produktivitas lahan (Masganti *et al.*, 2015a). Pengelolaan air mempunyai fungsi ganda, selain menjamin kebutuhan air tanaman juga menjaga kondisi aerasi bagi mikroorganisme, dan mengendalikan reaksi kimia tanah dan perkembangan perakaran tanaman serta menekan laju subsidensi gambut.

Drainase lahan gambut menyebabkan proses *irreversible drying* dan oksidasi gambut (Wösten *et al.*, 2008), sehingga gambut menjadi tidak mampu menyimpan air kembali dan gambut menjadi kering. Hal ini meningkatkan kerentanan gambut terhadap kebakaran (Hooijer *et al.*, 2006), dan secara signifikan melepaskan CO₂ ke atmosfer (Page *et al.*, 2002), khususnya pada kondisi ekstrim *El Nino* (Page *et al.*, 2002; Ballhorn *et al.*, 2009, Hooijer *et al.*, 2010). Melalui hasil ekstrapolasi di Indonesia secara keseluruhan, diperkirakan antara 0,81 sampai 2,57 Gt karbon yang dilepaskan ke atmosfer pada tahun 1997 sebagai akibat dari kebakaran gambut dan vegetasi. Hal ini setara dengan 13-40% dari emisi karbon rata-rata tahunan global dari bahan bakar fosil, dan memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan tahunan terbesar konsentrasi CO₂ di atmosfer (Page *et al.*, 2002).

Pembuatan saluran drainase bertujuan untuk menurunkan permukaan air tanah, yang kedalamannya umumnya disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Pembuatan saluran drainase tanpa mengindahkan konsep ekologis seringkali terjadi pada pembukaan lahan untuk kepentingan pertumbuhan tanaman *introduce* dari lahan kering, sehingga memerlukan media perakaran yang sesuai. Saluran drainase memberi dampak terhadap perubahan ekosistem lahan gambut melalui perubahan kondisi anaerob menjadi aerob, peningkatan emisi GRK, dan gambut menjadi kering sehingga rentan kebakaran. Drainase pada lahan gambut dapat mengurangi fungsi konservasi hidrologi akibat berubahnya sifat gambut yang semula hidrofilik menjadi hidrofobik, atau tanah gambut yang semula dapat menyerap air berubah menjadi tidak dapat menyerap air. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan gambut sebagai penangkap air akan hilang, sehingga tata hidrologi lahan gambut akan berubah drastis. Hal ini yang kemudian

menyebabkan mudah timbulnya banjir pada musim hujan dan kebakaran pada musim kemarau (Gambar 1).

Dinamika sistem pada lahan gambut dapat terbentuk dari berbagai interaksi antara vegetasi, siklus hara dan hidrologi (Meiling dan Goh, 2008). Perkebunan kelapa sawit di lahan gambut diharapkan dapat menerapkan prinsip ekologis kawasan yang berbasis pada optimalisasi dan kelestarian sumberdaya. Namun pada kenyataannya yang terjadi sering memberikan perubahan yang besar dan menyebabkan hilangnya fungsi ekologis pada lahan gambut tersebut. Aktivitas pembukaan dan pembersihan lahan (*land clearing*) dan pembuatan saluran (*drainase*) menyebabkan terjadinya perubahan tata air (hidrologi).



Gambar 1. Pengaruh drainase yang mengakibatkan oksidasi pepadatan gambut yang mengakibatkan subsidensi serta kebakaran di lahan gambut (Sumber : Wibowo, 2009)

Saluran drainase juga mengakibatkan penurunan permukaan gambut (*subsidence*) (Gambar 1). Subsiden dapat terjadi akibat proses fisik dan kimia pada tanah gambut. Penyusutan gambut dapat terjadi akibat kehilangan air dan diikuti oleh masuknya udara ke dalam tanah. Kehilangan air dari massa gambut menyebabkan kematangan gambut secara fisik (*physical ripening*), sehingga terjadi penyusutan gambut, sedangkan masuknya oksigen dalam tanah gambut dapat meningkatkan proses dekomposisi (*chemical ripening*). Menurut Sarwani (2003) hampir 50% lahan gambut di Delta Pulau Petak,

hilang atau susut dalam rentang 30 tahun 1960-1990. Gambut yang berada di atas lapisan bahan sulfidik bersifat *protective sponge* agar lapisan tersebut tetap dalam kondisi anaerob (Page *et al.*, 2009). Hilangnya lapisan gambut dapat meningkatkan kemasaman tanah, aluminium dapat dipertukarkan, dan pencucian basa-basa (Fahmi, 2012). Faktor lain yang juga mempengaruhi subsiden adalah penggunaan alat-alat berat dan pemupukan. Proses subsiden berlangsung cepat (mencapai 20-50 cm/tahun) pada awal dibangunnya saluran drainase (Welch dan Nor, 1989), terutama disebabkan besarnya komponen konsolidasi dan pengkerutan, namun dengan berjalannya waktu maka subsiden mengalami kestabilan.

Penyebab degradasi lahan gambut berikutnya adalah penambangan (Masganti *et al.*, 2014b; Wahyunto *et al.*, 2014). Penambangan menyebabkan terbaliknya profil tanah. Tanah yang semula berada di lapisan bawah digali dan diletakkan ke permukaan dan biasanya meninggalkan tanah yang gundul. Tanah yang demikian biasanya miskin hara, dan sering mengandung toksik bagi tanaman, sehingga tidak dapat dimanfaatkan petani. Tanah gambut yang terdegradasi akibat penambangan menyebabkan degradasi yang berat, sehingga perlu tindakan rehabilitasi agar dapat dimanfaatkan.

Penebangan kayu dapat memicu degradasi lahan gambut karena (a) pembuatan saluran untuk mengangkut kayu, (b) pembuatan jalan dengan memanfaatkan tanah bagian bawah untuk pemadatan, dan (c) berkurangnya kapasitas kawasan menahan air akibat berkurangnya pohon. Apalagi jika penebangan pohon tidak disertai memperhatikan keseimbangan ekologi.

Degradasi lahan gambut juga dapat terjadi karena keterbatasan petani untuk mendapatkan bahan amelioran dan pupuk. Petani di Kalampangan, Kota Palangkaraya, Kalimantan Tengah umumnya memanfaatkan abu untuk bahan pembenah tanah. Abu diperoleh dari hasil pembakaran gulma, kayu-kayuan dan gambut. Untuk mendapatkan abu sebanyak satu kilogram diperlukan bahan organik (bahan baku) sebanyak 1,0–2,5 kg. Sementara itu, petani dalam menggunakan abu takarannya cukup tinggi yaitu sekitar 4 t / ha, sehingga diperlukan bahan baku sekitar 40–50 t/ha.

Petani di Kalimantan Barat, Sumatera Selatan dan Jambi membakar serasah tanaman *in-situ* dan sebagian lapisan gambut kering sebelum bertanam. Hasil wawancara dengan petani di Kalimantan Barat menginformasikan bahwa lapisan gambut yang terbakar sekitar 3–5 cm tiap musim. Kasus di Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat yang memiliki 60% lahan gambut dari total wilayahnya telah menunjukkan terjadi kerusakan lahan cukup

luas. Pemanfaatan abu dari bakaran biomassa gulma dan bahan gambut secara terus menerus dapat berdampak terhadap kelestarian gambut dan peningkatan emisi CO₂ serta dapat menjadikan sumber kebakaran lahan gambut secara luas sehingga dapat mengurangi cadangan karbon di lahan gambut. Upaya pemanfaatan bahan amelioran alternatif pengganti abu perlu dilakukan, guna menjaga kelestarian gambut dan mencegah semakin meningkatnya emisi CO₂.

Potensi gambut terdegradasi

Memilih lahan gambut sebagai lumbung pangan masa depan Indonesia merupakan pilihan yang tepat mengingat: (1) produktivitas masih rendah, (2) lahan potensial masih luas, (3) indeks pertanian (IP) masih rendah, (4) lahan terdegradasi yang potensial masih luas, (5) pola produksi bahan pangan bersifat komplementer dengan pola produksi bahan pangan di pulau Jawa, (6) kompetisi pemanfaatan lahan untuk tujuan nonpertanian relatif rendah (Masganti, 2013), dan (7) tersedianya teknologi produksi berbagai komoditas. Oleh karena itu untuk menjamin ketersediaan dan kontinuitas pasokan bahan pangan, dan untuk meningkatkan devisa negara dari sektor pertanian, Kementerian Pertanian dihadapkan pada pilihan menggunakan lahan-lahan suboptimal seperti lahan gambut terdegradasi (Haryono, 2013; Ritung *et al.*, 2015).

Menilik luasnya, lahan gambut sangat potensial dimanfaatkan untuk penyedia bahan pangan. Diperkirakan luas lahan gambut di Indonesia sekitar 14,95 juta hektar (Wahyunto *et al.*, 2014). Luas tersebut diperkirakan akan semakin berkurang mengingat adanya kebakaran yang menyebabkan tanah gambut yang awalnya dikategorikan gambut tipis (ketebalan >50-100 cm) menjadi bergambut (ketebalan ≤ 50 cm). Kesalahan manusia dalam pengelolaan lahan seperti membakar lahan, mengelola air, menambang dan menebang pohon menyebabkan terjadinya degradasi. Diperkirakan sekitar 6,66 juta hektar atau 44,60% lahan gambut mengalami degradasi. Luas ini akan semakin bertambah dengan adanya kesalahan manusia dalam mengelola lahannya, apalagi tanpa diimbangi dengan langkah-langkah untuk meminimumkan atau menghambat laju degradasi lahan gambut.

Dampak dan Remediasi Gambut Terdegradasi

Sifat kimia tanah

Lahan gambut terdegradasi salah satunya ditandai oleh adanya lapisan hidrofobik pada lapisan atas. Proses kehilangan air yang besar menyebabkan terjadinya perubahan struktur molekul koloid gambut yang berinteraksi membentuk struktur yang lebih stabil, sehingga tidak mampu menyerap air kembali (hidrofobik). Adanya sifat hidrofobik pada lahan gambut terdegradasi ini menyebabkan tanah gambut sangat rentan terhadap kebakaran. Gambut yang terbakar kemampuan memegang airnya menurun (Masganti, 2012).

Hidrofobisitas akan mempengaruhi kemampuan substansi humat dalam adsorpsi kation (Chorover *et al.*, 1999). Kondisi hidrofobik berkaitan dengan berkurangnya ketersediaan gugus karboksilat dan fenolat (Masganti, 2003). Kedua komponen organik tersebut merupakan senyawa yang bersifat hidrofilik (Utami *et al.*, 2009). Hidrofobisitas ini timbul seiring dengan menurunnya kemasaman total, gugus karboksilat dan fenolat. Sifat gambut yang erat kaitannya dengan sifat “kering tidak-balik” meliputi kadar air, kadar abu dan komposisi gambut (lignin, selulose, hemiselulose, kemasaman total, gugus karboksilat dan OH-fenolat). Berdasarkan penelitian Utami *et al.* (2009) dengan menggunakan FTIR Spektrofotometer sifat hidrofobik dibawa oleh gugus fungsional ester, eter, fenol (1265,3 per cm) dan gugus C=C dan bentuk siklik dan benzena (1627 per cm). Sedangkan sifat hidrofilik gambut dicirikan oleh keberadaan ikatan hidrogen, gugus OH grup dan OH bebas (3425 per cm), luasnya melebihi 40%.

Kebakaran lahan gambut menurunkan total karbon, total nitrogen dan total fosfat, sedangkan kandungan P-organik dan kalsium meningkat (Smith *et al.*, 2001). Drainase lahan gambut meningkatkan pH gambut, BD, dan cenderung meningkatkan total nitrogen (Anshari *et al.*, 2010). Lebih lanjut dijelaskan drainase lahan gambut secara nyata menyebabkan penurunan rasio C/N (Tabel 1). Kandungan fenol dan monomer lignin dan karbohidrat meningkat seiring dengan degradasi lahan gambut (Leinweber *et al.*, 2001).

Pada lapisan bawah lahan gambut pasang surut terdapat lapisan pirit yang jika terganggu (terekspose) menyebabkan tanah menjadi sangat masam. Praktek pembukaan lahan yang seringkali dilakukan oleh petani saat ini adalah melalui *slash and burn*, sehingga membawa banyak dampak negatif baik bagi ekosistem tanah maupun lingkungan. Terjadinya oksidasi lapisan pirit juga dapat disebabkan oleh pengelolaan lahan yang tidak benar antara

lain drainase yang berlebihan serta pemupukan yang tidak tepat sehingga mempercepat oksidasi gambut yang menyebabkan hilangnya lapisan gambut.

Kebakaran lahan gambut dapat menyebabkan semakin menipisnya lapisan gambut atau bahkan hilangnya lapisan gambut. Lapisan gambut yang berada diatas bahan sulfidik dapat berperan sebagai *protective sponge* agar lapisan tersebut tetap dalam kondisi anaerob (Page *et al.*, 2006). Kondisi oksidatif menyebabkan pirit dan Fe-hidrooksida teroksidasi sehingga tanah menjadi sangat masam mencapai $< 3,7$ (Dent, 1986). Pada tanah gambut tipis, sifat lapisan atas juga sangat dipengaruhi oleh lapisan bawah substramnya. Kemasaman yang terjadi pada gambut tipis juga dipengaruhi oleh terjadinya oksidasi lapisan pirit yang ada di lapisan bawah. Proses oksidasi pirit ini menghasilkan ion Fe^{2+} , SO_4^{2-} , d Mensvoort dan Dent, 1998).

Tabel 1. Karakteristik kimia tanah gambut pada beberapa kondisi lahan gambut di Kalimantan Barat

Lahan	pH H ₂ O	TOC (%)	TN (%)	Ratio C/N
Hutan gambut pantai	3,59	54,39	1,57	41,89
Hutan gambut pedalaman	3,49	53,04	0,79	73,08
HTI muda (< 5 th)	3,82	50,21	1,24	42,41
Lahan Logging	3,47	51,21	0,98	56,46
Perkebunan sawit muda (<5 th)	3,69	51,43	3,28	16,18
Perkebunan sawit (<5 th – 10 th)	3,57	52,65	2,37	32,85
Perkebunan sawit (<15 th – 20 th)	3,69	51,61	3,39	15,40
Lahan pertanian		53,25	3,07	17,52

Keterangan : Modifikasi dari: Anshari *et al.*, 2010

Sifat fisika tanah

Gambut mempunyai sifat *hydrophysical* yakni mempunyai daya serap air yang kuat sebagai bahan terlarut. Kapasitas mengikat air pada gambut sangat tinggi berkisar antara 4,5 -30,0 kali berat keringnya untuk gambut fibrik, antara 4,5 – 8,5 kali untuk gambut hemik dan < 450 % untuk gambut saprik (Hardjowigeno, 1997). Kondisi hidrofobik pada gambut terdegradasi akibat “*overdrained*” dicirikan dengan perubahan sifat fisika antara lain menurunnya kandungan lengas tanah lapangan dari 370,80 menjadi 53,4 (% volume), meningkatnya berat volume dan ruang pori total (Tabel 2).

Tabel 2. Karakteristik fisik gambut hidrofilik dan hidrofobik

No.	Sifat fisika	Saprik Hidrofilik	Fibrik Hidrofilik	Fibrik Hidrofobik
1.	Kadar lengas lap. (% v)	370,80	510,70	53,40
2.	Berat volume (g.cm ⁻³)	0,30	0,13	0,18
3.	Berat jenis (g.cm ⁻³)	1,57	1,07	1,19
4.	Ruang pori total (%)	83,00	88,00	85,00
5.	Warna dalam Na-pirofosfat skala 10 YR	Coklat gelap 2/2	Coklat terang 5/2	

Sumber : Supriyo dan Maas (2005)

Perubahan kondisi dari hidrofilik menjadi hidrofobik disebabkan sifat *irreversible drying* gambut. Faktor yang menyebabkan terjadinya *irreversible drying* antara lain temperatur, kelembaban udara dan kandungan air sebelum terjadinya *overdrain* (Buczko dan Bens, 2006). Batas kadar air saat munculnya sifat hidrofobik pada gambut ombrogen tergantung pada tingkat kematangan gambut. Pada gambut matang (saprik) persentase kadar air saat munculnya sifat hidrofobik lebih rendah dibanding dengan gambut hemik dan fibrik (Masganti, 2012). Sifat hidrofobik menyebabkan tanah tidak dapat menyerap air kembali, aliran air lateral dipercepat, dan mempercepat pelindian unsur hara. Pada tanah gambut sifat hidrofobik dapat disebabkan beberapa hal yaitu terbentuknya selimut (*coating*) penahan air, berkurangnya gugus hidrofilik, semakin meningkatnya gugus hidrofobik. Bahan gambut yang dianalisis dalam kondisi hidrofobik memberikan nilai yang bias.



Gambar 2. Kondisi gambut hidrofobik (Dok: E. Maftuah)

Volume gambut akan menyusut bila lahan gambut didrainase, sehingga terjadi penurunan permukaan tanah (*subsiden*). Selain karena penyusutan volume, subsiden juga disebabkan oleh adanya proses dekomposisi dan erosi. Dalam 2 (dua) tahun pertama setelah lahan gambut didrainase, laju subsiden bisa mencapai 50 cm. Pada tahun berikutnya laju subsiden sekitar 2 – 6 cm per tahun tergantung kematangan gambut dan kedalaman saluran drainase. Adanya subsiden bisa dilihat dari akar pohon karet dan kelapa yang muncul dan menggantung di atas permukaan tanah (Gambar 3) . Subsiden secara tidak langsung juga diakibatkan oleh perubahan kedalaman muka air tanah gambut, seperti pada lokasi pengembangan HTI A. *crassiparva* yang menyebabkan laju subsiden sebesar rata-rata 5,5 cm/tahun (Lisnawati *et al.*, 2015). Konversi lahan gambut tropis untuk HTI Acacia dan perkebunan kelapa sawit di lahan gambut di Asia Tenggara menyebabkan subsidensi pada 5 (lima) tahun pertama setelah drainase sebesar 142 cm, dimana 75 cm terjadi pada tahun pertama. Setelah lebih 5 (lima) tahun, terjadi penurunan laju subsiden dengan kedalaman muka air tanah 0,7 m tetap konstan sekitar 5 cm/tahun (Hooijer *et al.*, 2012).



(a) Karet



(b) Kelapa

Gambar 3. Subsidensi di lahan gambut yang ditanami karet (Dok: E. Maftuah), dan kelapa (Dok. Masganti)

Proses yang mempengaruhi subsidensi pada lahan gambut meliputi: oksidasi, pemadatan dan penyusutan, serta konsolidasi (Hooijer *et al.*, 2012). Oksidasi merupakan dekomposisi gambut di zona aerasi yang mengakibatkan hilangnya karbon melalui pelepasan gas CO₂ ke atmosfer (Jauhiainen *et al.*,

2005, 2008.; Hirano *et al.*, 2009), dan pergerakan karbon terlarut dalam air drainase (Alkhatib *et al.*, 2007; Baum *et al.*, 2007; Moore *et al.*, 2011). Proses oksidasi ini tidak meningkatkan *bulk density* gambut. Pemadatan dan penyusutan merupakan pengurangan volume gambut di zona aerasi. Proses ini menyebabkan peningkatan *bulk density* gambut. Proses konsolidasi merupakan proses kompresi gambut di bagian bawah yang jenuh air karena kehilangan daya apung dari gambut bagian atas dan peningkatan ketegangan pada gambut lapisan bawah. Konsolidasi primer disebabkan oleh hilangnya air pada pori-pori gambut, hal itu terjadi dengan cepat ketika tanah didrainase secara berlebihan. Konsolidasi sekunder adalah kompresi yang lambat akibat dari fungsi daya tolak bahan gambut padat. Konsolidasi ini meningkatkan BD gambut (Mesri dan Aljouni, 2007).

Tanah gambut merupakan sekumpulan bahan organik yang terbentuk selama ribuan tahun dan biasanya identik dengan hutan rawa yang selalu terendam (Dommain *et al.*, 2014). Oleh karena itu bila lahan gambut terdegradasi, berpengaruh terhadap biologi tanah tersebut. Terdapat tiga golongan mikroba di dalam tanah gambut, yaitu: (1) golongan *autochthonous*, golongan mikroba yang selalu tetap didapatkan di dalam tanah dan tidak tergantung kepada pengaruh-pengaruh lingkungan luar, (2) golongan *zimogenik*, golongan mikroba yang kehadirannya di dalam tanah diakibatkan oleh adanya pengaruh-pengaruh luar yang baru, dan (3) golongan *transien*, golongan mikroba yang kehadirannya bersamaan dengan adanya penambahan secara buatan. Kelompok mikroba tersebut memiliki peran di tanah terutama dalam proses daur unsur organik yang penting untuk kehidupan seperti daur nitrogen dan daur fosfor.

Bakteri yang terlibat dalam daur nitrogen adalah bakteri penambat nitrogen, sedangkan bakteri yang terlibat dalam daur fosfor adalah bakteri pelarut fosfat. Bakteri penambat nitrogen merupakan bakteri yang berperan dalam penyediaan nitrogen dalam tanah karena mampu menambat nitrat dengan mengoksidasi ion amonium pada tanah, sehingga terikat dengan kuat pada komponen-komponen humus yang menyebabkan nitrat tidak mudah terbilas keluar tanah (Schlegel, 1994). Bakteri pelarut fosfat merupakan bakteri yang berperan dalam penyuburan tanah karena bakteri tipe ini mampu melakukan mekanisme pelarutan fosfat dengan mengekskresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah seperti oksalat, suksinat, fumarat, dan malat. Asam-asam organik ini akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , atau Mg^{2+} membentuk khelat organik

yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat dan dapat diserap oleh tanaman (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006).

Gambut mengandung campuran senyawa organik yang memiliki karakteristik berat molekul tinggi seperti asam humik, selulosa, lignin, peptida, dan lemak. Gambut juga memiliki material organik dengan berat molekul rendah seperti asam amino, alkaloid, karbohidrat, dan jenis gula lainnya (Szajdak *et al.*, 2007). Struktur alami dan konfigurasi molekul organik dalam gambut berhubungan dengan kemampuannya dalam menyimpan air (Sokolowska *et al.*, 2005).

Dominasi organik pada gambut yang cenderung jenuh air tidak memungkinkan terbentuknya ikatan organik kompleks. Sebaliknya pada lahan gambut kering, kemampuan meretensi air dan hara sangat rendah. Gambut yang telah terdegradasi menyebabkan perubahan penggunaan lahan atau sebaliknya yaitu penggunaan lahan gambut menyebabkan gambut terdegradasi. Gambut yang telah terdegradasi biasanya terkait dengan drainase menyebabkan dekomposisi gambut menjadi bertambah secara signifikan. Akibatnya kondisi gambut akan berubah menjadi aerobik dan meningkatkan potensial redoks yang secara otomatis meningkatkan kemampuan bakteri dalam mendekomposisikan tanah gambut. Tanah gambut akan kehilangan unsur C dan N akibat mineralisasi C dan N-organik. Pada lingkungan gambut yang reduktif, laju dekomposisi gambut sangat lambat dan banyak dihasilkan asam organik beracun, kadar CH_4 dan CO_2 . CH_4 dan CO_2 merupakan gas utama yang menentukan efek rumah kaca atau pemanasan global, oleh sebab itu lahan gambut yang merupakan tempat akumulasi karbon harus dikelola dengan baik agar tidak menjadi penyebab pemanasan global yang akhirnya berpengaruh buruk terhadap kehidupan makhluk hidup (Suriadikarta, 2012).

Produktivitas lahan

Sejalan dengan pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan kecepatan perluasan areal pertanian menyebabkan pilihan diarahkan pada lahan gambut untuk kepentingan pertanian dan pemukiman penduduk. Penggunaan lahan gambut untuk pertanian akan memberikan sumbangan bagi kelangsungan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Tanah gambut merupakan tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman bila ditinjau dari jumlah pori-pori yang berkaitan dengan pertukaran oksigen untuk pertumbuhan akar tanaman. Kapasitas memegang air yang tinggi menyebabkan tanaman bisa berkembang lebih cepat. Akan tetapi dengan keberadaan sifat inheren yang lain

seperti kemasaman yang tinggi, kejenuhan basa yang rendah dan miskin unsur hara baik mikro maupun makro menyebabkan tanah gambut digolongkan sebagai tanah marginal (Limin *et al.*, 2000). Oleh karena itu diperlukan usaha untuk mengelola tanah tersebut secara baik dan efisien.

Lahan gambut pada awalnya merupakan hutan primer atau sekunder yang kemudian dibuka untuk lahan pertanian. Salah satu cara pembukaan lahan yang lazim dilakukan petani adalah dengan membakar lahan tersebut. Selain cepat, murah dan mudah bagi petani, pembakaran juga merupakan cara tradisional untuk menurunkan tingkat kemasaman tanah gambut. Terjadinya pembakaran bahan organik menjadi abu berakibat penghancuran tanah serta menurunkan permukaan tanah. Pembakaran berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman pada tahun pertama dan meningkatkan serapan P tanaman, namun menurunkan serapan Ca dan Mg (Mawardi *et al.*, 2001).

Peningkatan produksi hasil pertanian di lahan gambut juga dapat dilakukan melalui pemberian pupuk atau ameliorasi yang tepat (Masganti, 2003). Pemberian pupuk dalam komposisi dan takaran yang tepat dapat mengatasi masalah keharaan dan kemasaman tanah gambut. Unsur hara yang umumnya perlu ditambahkan dalam bentuk pupuk adalah N, P, K, Ca, Mg serta sejumlah unsur hara mikro terutama Cu, Zn dan Mo. Pemberian Cu diduga lebih efektif melalui daun (*foliar spray*) karena sifat sematannya yang sangat kuat, kurang mobil dalam tanaman dan kelarutan yang menurun ketika terjadi peningkatan pH akibat penggenangan. Sebagai amandemen, abu hasil pembakaran gambut itu sendiri akan berpengaruh menurunkan kemasaman tanah, memasok unsur hara dan mempercepat pembentukan lapis olah yang lebih baik sifat fisiknya (Kurnain *et al.*, 2001). Di Sumatera Barat ditemukan bahan amelioran baru Harzburgite yang defositnya cukup besar dan kandungan Mg yang tinggi (27,21–32,07% MgO) yang merupakan bahan potensial untuk ameliorasi lahan gambut (Mawardi *et al.*, 2001).

Pupuk kandang khususnya kotoran ayam dibandingkan dengan kotoran ternak yang lainnya mengandung beberapa unsur hara makro dan mikro tertentu dalam jumlah yang banyak. Kejenuhan basanya tinggi, tetapi kapasitas tukar kation rendah. Kotoran ayam, dalam melepaskan haranya berlangsung secara bertahap dan lama. Tampaknya, pemberian kotoran ayam memungkinkan untuk memperbaiki sifat fisika dan kimia tanah gambut. Dalam budidaya jagung manis, pemberian kotoran ayam sampai 14 ton/ha pada tanah gambut pedalaman Bereng Bengkel meningkatkan jumlah tongkol (Limin, 1992 *dalam* Darung *et al.*, 2001).

Pemanfaatan tanah gambut di Indonesia sangat beragam tergantung pengalaman dan pengetahuan masing-masing suku di Indonesia. Misalnya, petani lahan gambut suku Banjar akan lebih memilih tanaman padi daripada sayuran yang menjadi ladang usaha lahan gambut suku Jawa. Sedangkan suku Dayak di Kalimantan Tengah biasanya menanam padi, karet dan atau sagu di lahan gambut (Noor, 2010). Pemanfaatan lahan tersebut sebenarnya lebih kepada kebiasaan daripada pengetahuan, dan biasanya akan berkembang sesuai pengalaman mereka. Degradasi lahan gambut secara langsung akan berpengaruh terhadap produktivitas lahan. Sebenarnya walaupun tidak terdegradasi, tanah gambut merupakan salah satu lahan suboptimal dengan tingkat kesuburan tanah yang rendah. Oleh karena itu diperlukan input teknologi untuk meningkatkan produktivitas lahan. Tingkat kesuburan tanah gambut ini tergantung ketebalan, kematangan, dan kandungan nutrisinya. Apalagi setelah tanah gambut terdegradasi, produksi lahan secara langsung juga akan berkurang.

Lahan gambut yang telah terdegradasi saat ini kebanyakan dibuka kembali untuk lahan perkebunan terutama kelapa sawit dan karet. Komoditas tersebut ditanam karena nilai ekonomi yang cukup tinggi dibandingkan tanaman lainnya. Selain itu, tanaman tersebut juga mudah tumbuh di lahan gambut dengan input yang minimal, terutama untuk tanaman karet. Sebenarnya, hampir semua lahan gambut yang dibuka untuk pertanian adalah lahan gambut yang terdegradasi. Komoditas pertanian yang sangat cocok dan mendekati kondisi lahan alami gambut adalah usaha tanaman sagu (Masganti *et al.*, 2015a). Tanaman ini biasanya memerlukan jumlah air yang cukup banyak dan sesuai dengan kondisi lahan gambut yang identik dengan lahan rawa tergenang. Oleh karena itu, sulit untuk membandingkan hasil produksi lahan gambut alami dan terdegradasi karena komoditas dan input yang diusahakan berbeda.

Penurunan kesuburan tanah gambut akibat degradasi menyebabkan terbatasnya jenis tanaman yang dapat dibudidayakan, bahkan pada kondisi pH yang sangat masam hanya tanaman nanas yang dapat tumbuh (Noor, 2001). Lahan gambut terdegradasi di Provinsi Riau banyak dimanfaatkan untuk tanaman pangan seperti padi, jagung, kedele, tanaman hortikultura baik buah maupun sayuran (Masganti *et al.*, 2014a) dan kelapa sawit (Masganti *et al.*, 2014b).

Meskipun telah dimanfaatkan petani untuk budidaya tanaman, tetapi produktivitasnya tergolong rendah. Kelapa sawit misalnya hanya

mampu menghasilkan tandan buah segar (TBS) tidak lebih dari 1,0 ton/ha/bulan, padahal di lahan gambut yang tidak terdegradasi, perusahaan swasta mampu menghasilkan TBS 1,80-2,25 ton/ha/bulan (Masganti *et al.*, 2014a). Oleh karena itu untuk meningkatkan produktivitas lahan disarankan menggunakan amelioran, melakukan tumpangsari dengan tanaman nanas dan melakukan pengelolaan air yang tepat (Masganti *et al.*, 2015a; 2015b), sekaligus untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, dan memperlambat laju subsidensi gambut.

Pemanfaatan lahan gambut terdegradasi tidak hanya menyebabkan produktivitas tanaman rendah, bahkan dapat menyebabkan gagal panen karena dukungan sumberdaya air yang terbatas. Gambut yang terdegradasi mempunyai kemampuan menyimpan air yang lebih rendah (Masganti, 2012), sehingga dapat membatasi pertumbuhan tanaman dan rentan terhadap serangan organisme pengganggu tanaman. Oleh karena itu untuk menghasilkan bahan pangan yang sama, lahan gambut terdegradasi memerlukan input yang lebih besar (Masganti, 2013).

Lingkungan

Lahan gambut di Negara tropika mempunyai peranan yang sangat penting sebagai salah satu paru-paru dunia. Walaupun luasnya hanya 11% dari luas keseluruhan lahan gambut di dunia, akan tetapi lahan gambut di Negara tropika mengandung sekitar 88,6 Gt stok karbon, dimana 77% nya berada di Asia Tenggara (Page *et al.*, 2011). Akan tetapi alih fungsi lahan dan pengambilan kayu ilegal yang marak terjadi, menyebabkan lahan hutan gambut di Asia Tenggara, terutama di Indonesia dan Malaysia terdegradasi (Miettinen *et al.*, 2012). Degradasi lahan ini membuat hutan primer rawa gambut berubah menjadi hamparan luas hutan sekunder, perkebunan ataupun hanya lahan rumput alang-alang. Penggunaan api untuk pembukaan lahan sangat marak terjadi di lahan gambut Asia Tenggara (Page *et al.*, 2012). Disamping itu, alih fungsi lahan sangat erat kaitannya dengan drainase lahan yang secara langsung mengakibatkan rendahnya tinggi muka air di lahan gambut. Salah satu penyumbang emisi karbon dari lingkungan gambut berasal dari dekomposisi tanah gambut itu sendiri (Hirano *et al.*, 2007).

Menurut Melling *et al.* (2013), dinamika emisi karbondioksida di dalam tanah gambut terdiri dari respirasi akar (*autotrophic respiration*), dekomposisi gambut itu sendiri (*heterotrophic respiration and litter decomposition*), dan emisi karbon yang terlarut dalam air (*dissolved organic carbon*). Dekomposisi

gambut sangat penting untuk diketahui karena berpengaruh besar terhadap keseimbangan karbon yang terjadi di alam sekitar (Hirano *et al.*, 2007). Pengukuran emisi CO₂ secara langsung dari tanah gambut biasanya menggunakan 2 (dua) metode yaitu metode subsidence (pengukuran turunnya tinggi permukaan tanah yang dikombinasikan dengan nilai kandungan karbon dan berat isi tanah gambut), dan metode sungkup tertutup (pengukuran langsung di permukaan tanah gambut) (Jauhiainen *et al.*, 2012; Husnain *et al.*, 2014).

Alih fungsi lahan pada tanah gambut di Indonesia sebagian besar mengeluarkan emisi CO₂ atau dekomposisi gambut yang lebih besar daripada kondisi awal lahan tersebut yaitu hutan primer. Perubahan lahan menjadi perkebunan akasia menyumbang dekomposisi gambut terbesar dibandingkan perubahan lahan yang lain, disusul oleh perkebunan kelapa sawit. Perkebunan akasia menghasilkan dekomposisi gambut paling tinggi karena tanaman ini bisa merubah kondisi dan sifat tanah gambut serta meningkatkan komposisi karbon di dalam tanah dibanding tanaman yang lain (Marchante *et al.*, 2008; Hergoualc'h dan Verchot, 2013). Satu hal yang menarik adalah ternyata tanah yang kosong atau bera tidak menghasilkan dekomposisi tanah gambut yang paling rendah dibanding penggunaan lahan lainnya (Wakhid dan Khairullah, 2016). Hal ini bisa mengandung konsekuensi bahwa lahan gambut yang telah terdegradasi, sebaiknya tetap diusahakan baik untuk pertanian, perkebunan atau dihutankan kembali. Daripada tetap mengeluarkan emisi dan tidak menghasilkan, sebaiknya tetap dipergunakan agar lahan tersebut tetap berguna atau menghasilkan.

Lahan gambut yang habis terbakar ternyata menghasilkan emisi yang rendah, bahkan nilai emisinya lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan lahan awal yaitu hutan primer. Hal ini kemungkinan terjadi karena proses kehilangan lapisan gambut di permukaan tanah, sehingga kandungan gambut menjadi berkurang dan otomatis tinggi muka air tanah akan semakin dangkal atau mendekati permukaan tanah. Kondisi muka air yang mendekati permukaan tanah biasanya akan menghasilkan emisi karbon yang rendah (Hirano *et al.*, 2014).

Selain emisi gas rumah kaca, degradasi lahan gambut juga menyebabkan lahan tersebut menjadi sangat mudah untuk terbakar. Pada musim kemarau, sedikit saja pemicu api di dekat tanah gambut, akan menyebabkan kebakaran lahan yang sangat sulit ditanggulangi. Kebakaran lahan gambut akan merubah lahan alami yang biasanya berfungsi sebagai penyerap karbon

menjadi penyumbang emisi karbon di udara. Emisi karbon dari gambut yang terbakar sampai sekitar 5.000-30.000 g C m⁻² (Page *et al.*, 2002). Total karbon yang terlepas ke atmosfer pada kebakaran lahan gambut di Indonesia tahun 1997/1998, diestimasi antara 0,8 dan 2,6 Gt C (Page *et al.*, 2002; Langenfelds *et al.*, 2002). Selain itu, kebakaran lahan gambut juga menyebabkan pencemaran udara yang berakibat buruk terhadap kesehatan manusia. Tentu saja, kebakaran juga menyebabkan lahan pertanian menjadi hilang dan mematikan tumbuhan serta mikroorganisme yang hidup di lapisan yang terbakar tersebut. Akibatnya semakin lama dekomposisi alami tanah gambut akan berkurang, dan tanah tersebut akan hilang dari permukaan tanah.

Remediasi dan pemanfaatan gambut terdegradasi

Degradasi lahan gambut menyebabkan perubahan terhadap sifat fisika, kimia, dan biologi gambut. Oleh karena itu untuk “memulihkan” atau menyehatkan kembali lahan gambut diperlukan langkah remediasi. Remediasi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat gambut yang terdegradasi. Remediasi dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti pengelolaan air yang tepat (Masganti *et al.*, 2015a; 2015b).

Pengelolaan air gambut terdegradasi dimaksudkan agar dekomposisi bahan organik gambut berlangsung lambat atau minimal. Pada saat yang sama diharapkan dengan ketersediaan air yang cukup dapat mengembalikan kondisi ideal bagi perkembangan mikroorganisme, sehingga dapat mempercepat pemulihan sifat fisik, terutama berkaitan dengan sifat hidrofobik yang dapat menyebabkan efisiensi pemupukan menjadi rendah (Masganti *et al.*, 2002; Masganti, 2012).

Gambut terdegradasi juga dapat diremediasi menggunakan amelioran (Masganti *et al.*, 2014b). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pemberian pupuk organik kotoran ayam dan kotoran sapi, dan pupuk gambut (Pugam) dapat memperbaiki sifat kimia tanah dan memperbaiki pertumbuhan dan hasil kelapa sawit di lahan gambut terdegradasi. Pemberian pupuk organik juga dapat memperbaiki sifat kimia gambut terdegradasi, sehingga meningkatkan hasil tanaman jagung (Hartatik dan Nugroho, 2001).

Bahan remediasi lainnya yang dapat digunakan adalah abu dari sisa pembakaran serasah di sekitar lahan gambut (Masganti, 2003). Dapat juga digunakan lumpur laut yang kaya akan kation-kation basa yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan P. Selain memperhatikan bahan yang digunakan dalam remediasi gambut terdegradasi, perlu juga dilakukan

dengan menggunakan beberapa bahan. Khasiat dari gabungan bahan tersebut tergantung dari komposisinya (Masganti *et al.*, 2002). Limbah yang dihasilkan dari kelapa sawit berupa tandan kosong dan limbah hasil industri kelapa sawit juga dapat dimanfaatkan untuk bahan remediasi gambut terdegradasi (Masganti, 2009).

Memilih lahan gambut sebagai lumbung pangan masa depan Indonesia merupakan pilihan yang tepat mengingat (1) produktivitas masih rendah, (2) lahan potensial masih luas, (3) indeks pertanian (IP) masih rendah, (4) lahan terdegradasi yang potensial masih luas, (5) pola produksi bahan pangan bersifat komplementer dengan pola produksi bahan pangan di pulau Jawa, (6) kompetisi pemanfaatan lahan untuk tujuan nonpertanian relatif rendah (Masganti, 2013), dan (7) tersedianya teknologi produksi berbagai komoditas. Oleh karena itu untuk menjamin ketersediaan dan kontinuitas pasokan bahan pangan, dan untuk meningkatkan devisa negara dari sektor pertanian, Kementerian Pertanian dihadapkan pada pilihan menggunakan lahan-lahan suboptimal seperti lahan gambut terdegradasi (Haryono, 2013; Ritung *et al.*, 2015).

Lahan gambut telah lama dimanfaatkan petani sebagai penghasil bahan pangan (Rina dan Noorinayuwati, 2007; Masganti, 2013), tempat konservasi berbagai sumberdaya genetik, sumber penghasilan, dan pemukiman, bahkan sebagai tempat pemakaman. Pengelolaan lahan yang tidak tepat sehingga gambut terdegradasi menyebabkan kapasitas fungsi produksi, fungsi hidrologi, dan fungsi konservasi gambut menjadi berkurang, sehingga produktivitas lahan menjadi turun drastis, banjir pada musim hujan, kekeringan dan kebakaran pada musim kemarau, pendapatan petani berkurang, sehingga banyak lahan yang terlantar (Las *et al.*, 2012; Masganti, 2013),

Menilik luasnya, lahan gambut sangat potensial dimanfaatkan untuk penyedia bahan pangan. Diperkirakan luas lahan gambut di Indonesia sekitar 14,95 juta hektar (Wahyunto *et al.*, 2014). Luas tersebut diperkirakan akan semakin berkurang mengingat adanya kebakaran yang menyebabkan tanah gambut yang awalnya dikategorikan gambut tipis (ketebalan > 50-100 cm) menjadi bergambut (ketebalan $\leq$ 50 cm). Kesalahan manusia dalam pengelolaan lahan seperti membakar lahan, mengelola air, menambang dan menebang pohon menyebabkan terjadinya degradasi. Diperkirakan sekitar 6,66 juta hektar atau 44,60% lahan gambut mengalami degradasi. Luas ini akan semakin bertambah dengan adanya kesalahan manusia dalam mengelola lahannya, apalagi tanpa diimbangi dengan langkah-langkah untuk meminimumkan atau menghambat laju degradasi lahan gambut.

Degradasi gambut menyebabkan penurunan kapasitas multifungsi gambut. Akan tetapi di lapangan, lahan ini telah dimanfaatkan petani untuk budidaya tanaman pangan (Notohadiprawiro, 2006), perkebunan dan hortikultura (Masganti *et al.*, 2014a; Nursyamsi *et al.*, 2014; Masganti *et al.*, 2015a). Ditaksir sekitar 50% lahan gambut terdegradasi (3,33 juta hektar) telah dimanfaatkan untuk budidaya tanaman perkebunan, tanaman pangan, tanaman hortikultura, dan hutan tanaman industri. Tanaman perkebunan yang dibudidayakan di lahan ini didominasi oleh kelapa sawit, diikuti karet, dan kelapa. Tanaman pangan yang dibudidayakan di lahan gambut terdegradasi meliputi padi, jagung, kedele, ubijalar dan ubikayu. Untuk tanaman hortikultura berupa tanaman buah meliputi nanas, pisang, rambutan, buah naga, cempedak, nangka, jeruk, melon, kedondong, dan belimbing. Sayuran buah yang dibudidayakan di lahan gambut terdegradasi adalah cabai, timun, kecipir, labu dan tomat, sedangkan sayuran daun antaranya kangkung, bayam, sawi, dan selada. Bahkan saat ini sudah mulai dikembangkan bawang merah. Sedangkan tanaman yang dibudidayakan untuk tanaman industri adalah akasia.

Penutup

Lahan gambut mempunyai multifungsi sebagai pengendali banjir dan kekeringan, pengkonservasi berbagai sumberdaya genetik, dan penghasil bahan pangan. Lahan gambut telah lama dimanfaatkan untuk berbagai keperluan oleh petani. Pemilihan lahan gambut sebagai pemasok bahan pangan didasarkan atas pertimbangan (1) produktivitas masih rendah, (2) lahan potensial masih luas, (3) indeks pertanaman (IP) masih rendah, (4) lahan terdegradasi yang potensial masih luas, (5) pola produksi bahan pangan bersifat komplementer dengan pola produksi bahan pangan di pulau Jawa, (6) kompetisi pemanfaatan lahan untuk tujuan nonpertanian relatif rendah, dan (7) tersedianya teknologi produksi berbagai komoditas.

Kesalahan dalam pemanfaatannya seperti pembakaran lahan, pengelolaan air yang salah, penambangan, dan penebangan pohon menyebabkan gambut terdegradasi. Kriteria gambut terdegradasi meliputi (a) bila penutupan vegetasinya didominasi oleh semak belukar, kadar karbon permukaan tanah gambut $< 35 \text{ t ha}^{-1}$, atau (b) merupakan lahan terbuka bekas tambang. Sedangkan indikatornya meliputi (1) sudah ada penebangan pohon, (2) ada jalan *logging*, (3) ada bekas kebakaran, (4) kondisi lahan kering/tidak tergenang, dan (5) adanya bekas penambangan.

Degradasi lahan menyebabkan penurunan terhadap kesuburan tanah, produktivitas lahan, jenis tanaman yang dibudidayakan, daya konservasi kawasan air, jumlah dan populasi mikroorganisme, dan meningkatnya pencemaran air, tanah, dan udara, sehingga kapasitas fungsi hidrologi, fungsi konservasi, dan fungsi produksi menjadi berkurang, menyebabkan lahan gambut menjadi terlantar.

Diperkirakan luas lahan gambut Indonesia mencapai 14,95 juta hektar yang diramalkan semakin berkurang karena aktivitas manusia, sementara luas lahan gambut yang terdegradasi ditaksir mencapai 6,66 juta hektar akan terus bertambah.

Remediasi perlu dilakukan untuk memulihkan atau memperbaiki sifat gambut. Remediasi dapat dilakukan melalui (1) pengelolaan air, (2) penggunaan pupuk kandang dan Pugam, (3) penggunaan abu gambut dan lumpur laut, dan (4) pemanfaatan limbah kelapa sawit.

Daftar Pustaka

- Adi Jaya., J. O. Rieley, T. Artiningsih, Y. Sulistiyanto, dan Y. Jagau. 2001. Utilization of deep tropical peatland for agriculture in Central Kalimantan, Indonesia. Hlm:125-131. *Dalam* Rieley, J. O., dan S. E. Page (Eds.). Jakarta Symp. Proc. on Peatlands for People: Nat. Res. Func. and Sustain. Management.
- Agus, F., A. Mulyani, A. Dariah, Wahyunto, Maswar, and E. Susanti. 2012. Peat maturity and thickness for carbon stock estimation. Proceedings, 14th International Peat Congress, 3-8 June 2012, Stockholm, Sweden.
- Agus, F., Wahyunto, H. Sosiawan, I.G.M. Subiksa, P. Setyanto, A. Dariah, Maswa, N. L. Nurida, Mamat, I. Las, 2014. Pengelolaan berkelanjutan lahan gambut terdegradasi: Trade-off keuntungan ekonomi dan aspek lingkungan. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi Emisi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi. BBSDLP. Bogor.
- Agustina, S. E. R., B. M. Rachmawati, dan Sustiyah. 2001. Inventarisasi micoriza vesicular arbuskula (MVA) pada tanah gambut Kalimantan Tengah. *J. Agri Peat* 2(2):46-52.
- Alkhatib, M., T. C. Jennerjahn, and J. Samiaji. 2007. Biogeochemistry of the Dumai river estuary, Sumatra, Indonesia, a tropical blackwater river. *Limnol. Oceanogr.* 52:2410-2417.
- Anshari, G. Z. 2010. A preliminary assessment of peat degradation in West Kalimantan. *Biogeosciences Discuss.* 7:3503-3520.
- Anshari, G. Z., M. Afifudin, M. Nuriman, E. Gusmayanti, L. Arianie, R. Susana, R. W. Nusantara, J. Sugardjito, and A. Rafiastanto. 2010. Drainage and land use impacts on changes

- in selected peat properties and peat degradation in West Kalimantan Province, Indonesia, *Biogeosciences* 7:3403–3419.
- Ballhorn, U., F. Siegert, M. Mason, and S. Limin. 2009. Derivation of burn scar depths and estimation of carbon emissions with LIDAR in Indonesian peatlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106:21213–21218.
- Bappenas. 2009. Reducing carbon Emission for Indonesian peatland. Intern Report of Multi Diciplinary Study. Indonesian National Development Planning-Bappenas Republic of Indonesia.
- Baum, A., T. Rixen, and J. Samiaji. 2007. Relevance of peat draining rivers in central Sumatra for the riverine input of dissolved organic carbon into the ocean, *Estuar. Coast. Shelf S.* 73:63–570.
- Buczko, U. and O. Bens. 2006. Assessing soil hydrophobicity and its variability through the soil profile using two different methods. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:718–727.
- Chorover, J., M. K. Amistadi, W. D. Burgos, and P. G. Hatcher, 1999. Quinoline sorption on kaolinite-humic acid complexes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:850–857
- Darung, U. Mimbar, dan S. M. Syekhfani. 2001. Pengaruh waktu pemberian kapur dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil panen kedelai pada tanah gambut pedalaman Kalimantan Tengah. *Buletin Biosain* 1(2):99-113.
- Dent, D. 1986. Acid sulphate soils. A base line for research and development. Publication No. 39 ILRI. Wageningen. The Netherlands.
- Dommain, R., J. Couwenberg, P. H. Glaser, H. Joosten, dan I. N. N. Suryadiputra. 2014. Carbon storage and release in Indonesian peatlands since the last deglaciation. *Quaternary Science Reviews* 97:1–32.
- Fahmi, A. 2012. Saling Tindak Tanah Gambut dan Substratum Bahan Sulfidik serta Pengaruhnya Terhadap Sifat Kimia Tanah. *Disertasi*. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. 212 hlm.
- Hardjowigeno, S. 1997. Pemanfaatan gambut berwawasan lingkungan. *Alami* 2(1):3-6.
- Hartatik, W., dan K. Nugroho. 2001. Effect of different ameliorant sources to maize growth in peat soil from Air Sugihan Kiri, South Sumatera. Hlm. 103-108. *Dalam* Rieley, J. O., dan S. E. Page (Eds.). Jakarta Symposium Proceeding on Peatlands for People: Natural Resources Functions and Sustainable Management.
- Haryono. 2013. Strategi Kebijakan Kementerian Pertanian dalam Optimalisasi Lahan Sub Optimal Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. Seminar Nasional Intensifikasi Lahan Sub Optimal dalam Rangka Mendukung Kemandirian Pangan Nasional. Palembang, 20-21 September 2013. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 11 hlm.
- Hergoualc’h, K., and L. V. Verchot. 2013. Greenhouse gas emission factors

- for land use and land-use change in Southeast Asian peatlands. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang.* 19:789–807.
- Hirano T., H. Segah, T. Harada, S. Limin, T. June, R. Hirata, and M. Osaki. 2007. Carbon dioxide balance of a tropical peat swamp forest in Kalimantan, Indonesia. *Global Change Biology* 13:412–425.
- Hirano, T., T. Jauhiaine, T. Inoue, and H. Takahashi. 2009. Controls on the carbon balance of tropical peatlands. *Ecosystems* 12:873–887.
- Hirano, T., K. Kusin, S. Limin, and M. Osaki. 2014. Carbon dioxide emissions through oxidative peat decomposition on a burn tropical peatland. *Glob. Chang. Biol.* 20:555–65.
- Hooijer, A., M. Silvius, H. Wosten, and S. E. Page. 2006. Peat CO₂: Assessment of CO₂ emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943. Delft Hydraulics, Delft, Netherlands.
- Hooijer, A., S. E. Page, J. G. Canadell, M. Silvius, J. Kwadijk, Wo H. "sten, and J. Jauhiainen. 2010. Current and future CO₂ emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences* 7:1505–1514.
- Hooijer, A., S. E. Page, J. Jauhiainen, W. Lee, Idris, and G. Anshari. 2012. Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands. *Biogeosciences* 9:1053–1071.
- Husnain, H., I. G. P. Wigena, A. Dariah, S. Marwanto, P. Setyanto, and F. Agus. 2014. CO₂ emissions from tropical drained peat in Sumatra, Indonesia. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang* 19:845–862..
- Jauhiainen, J., H. Takahashi, J. E. P. Heikkinen, P. J. Martikainen, and H. Vasander. 2005. Carbon fluxes from a tropical peat swampforest floor, *Glob. Change Biol* 11:1788–1797.
- Jauhiainen, J., S. Limin, H. Silvennoinen, and H. Vasander. 2008. Carbon dioxide and methane fluxes in drainage affected tropical peat before and after hydrological restoration, *Ecology* 89:3503– 3514.
- Jauhiainen, J., A. Hooijer, and S. E. Page. 2012. Carbon dioxide emissions from an Acacia plantation on peatland in Sumatra, Indonesia. *Biogeosciences* 9:617–630,
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Strategi Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan di Indonesia. Deputi Bidang Pengendalian Kerusakan Lingkungan dan Perubahan Iklim. Jakarta. 50 hlm.
- Konsorsium PETUAH (Perguruan Tinggi Untuk Indonesia Hijau), 2017. Strategi Revegetasi dengan Spesies Indigen dalam Konteks 3R Aksi Restorasi Lahan Gambut. Pengetahuan Hijau Berbasis Kebutuhan dan Kearifan Lokal untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan. Policy Brief. CoE PLACE PB No. 11 – Februari 2017.
- Kurnain, A., T. Notohadikusumo, B. Radjagukguk, dan S. Hastuti. 2001. The state of decomposition of tropical peat soil under cultivated and fire damage peatland. Hlm:168-178. *Dalam* Rieley, dan Page (Eds.). Jakarta Symposium Proceeding on Peatlands for People: Natural Resources Functions and Sustainable Management.

- Langenfelds, R. L., R. J. Francey, B. C. Pak, L. P. Steele, J. Lloyd, C. M. Trudinger, and C. E. Allison. 2002. Interannual growth rate variations of atmospheric CO₂ and its $\delta^{13}\text{C}$, H₂, CH₄, and CO between 1992 and 1999 linked to biomass burning, *Global Biogeochemical Cycles* 16:1029-1048.
- Las, I., M. Sarwani, A. Mulyani, dan M. F. Saragih. 2012. Dilema dan rasionalisasi kebijakan pemanfaatan lahan gambut untuk areal pertanian. Hlm:17-29. *Dalam* Husen *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Leinweber P., H. R. Schulten, K. Kalbitz, R. Meibner, H. Jancke. 2001. Fulvic acid composition in degraded fenlands. *Journal of Plant Nutrient and Soil Science* 164(4):2-9.
- Limin, S., Layuniati, dan Y. Jamal. 2000. Utilization of inland peat for food crop commodity development requires high input and is detrimental to peat swamp forest ecosystem. Proc. International Symposium on Tropical Peatlands 22-23 November 1999. Bogor-Indonesia.
- Lisnawati Y., H. Suprijo, E. Poedjirahajoe dan Musyafa. 2015. Dampak pembangunan hutan tanaman industri *Acacia crassiparpa* di lahan gambut terhadap tingkat kematangan dan laju penurunan permukaan tanah. *J. Manusia dan Lingkungan* 22(2):179-186.
- Marchante, F., Kj  ller A , Struwe S, dan H. Freitas. 2008. Short- and long-term impacts of *Acacia longifolia* invasion on the belowground processes of a mediterranean coastal dune ecosystem. *Applied Soil Ecology* 40:210-217.
- Masganti, T. Notohadikusumo, A. Maas, dan B. Radjaguguk. 2002. Efektivitas dan pemupukan P pada tanah gambut. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 3(2):38-48.
- Masganti. 2003. Kajian Upaya Meningkatkan Daya Penyediaan Fosfat dalam Gambut Oligotrofik. *Disertasi*. Program Pascasarjana UGM, Yogyakarta. 355 hlm.
- Masganti. 2009. Pemanfaatan limbah kelapa sawit dan produktivitas kelapa sawit di lahan kering Kalimantan Tengah. *Agripura* 4(2):529-535.
- Masganti. 2012. Sample preparation for peat material analysis. Hlm:179-184. *Dalam* Husein *et al.* (Eds.). Prosiding Workshop on Sustainable Management Lowland for Rice Production.
- Masganti. 2013. Teknologi inovatif pengelolaan lahan suboptimal gambut dan sulfat masam untuk peningkatan produksi tanaman pangan. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 6(4):187-197.
- Masganti, Wahyunto, A. Dariah, Nurhayati, dan Rachmiwati. 2014a. Karakteristik dan potensi pemanfaatan lahan gambut terdegradasi di Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 8(1):47-54.
- Masganti, I. G. M. Subiksa, Nurhayati, dan W. Syafitri. 2014b. Respon tanaman tumpangsari (sawit+nanas) terhadap ameliorasi dan pemupukan di lahan gambut terdegradasi. Hlm:117-132. *Dalam* Wihardjaka *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan

Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi. Balitbangtan, Kemtan.

- Masganti, M. Alwi, dan Nurhayati. 2015a. Pengelolaan air untuk budidaya pertanian di lahan gambut: kasus Riau. . Halaman:62-87. *Dalam* Noor, M. *et al.* (Eds.). *Pengelolaan Air di Lahan Rawa Pasang Surut: Optimasi Lahan Mendukung Swasembada Pangan*. IAARD Press, Badan Litbang, Jakarta.
- Masganti, Nurhayati, Rachmiwati Yusuf, dan Hery Widyanto. 2015b. Teknologi ramah lingkungan dalam budidaya kelapa sawit di lahan gambut terdegradasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 9(2): 99-108.
- Mawardi, E., A. Maas dan A. Tambidjo. 2001. Potensi dan peluang pemanfaatan harzeburgite sebagai amelioran lahan gambut. Prosiding Seminar Nasional Memantapkan Rekayasa Paket Teknologi Pertanian dan Ketahanan Pangan dalam Era Otonomi Daerah, 31 Oktober–1 November 2001. Bengkulu.
- Meiling, L., and K. J. Goh. 2008. Sustainable Oil Palm Cultivation on Tropical Peatland. Tropical Peat Research Laboratory & Applied Agricultural Resources. Kuala Lumpur.
- Melling, L., C. S. Yun Tan, K. J. Goh, and R. Hatano. 2013. Soil microbial and root respirations from three ecosystems in tropical peatland of sarawak, Malaysia. *J. Oil Palm Res* 25:44–57.
- Mesri, G., and M. Aljouni. 2007. Engineering properties of fibrous peats, *J. Geotech. Geoenviron* 133: 850–866.
- Miettinen, J., A. Hooijer, C. Shi, D. Tollenaar, R. Vernimmen, S. C. Liew, C. Malins, and S. E. Page. 2012. Extent of industrial plantations on Southeast Asian peatlands in 2010 with analysis of historical expansion and future projections. *GCB Bioenergy* 4:908-918.
- Moore, S., V. Gauci, C. D. Evans, and S. E. Page. 2011. Fluvial organic carbon losses from a Bornean blackwater river, *Biogeosciences* 8:901–909.
- Noor, M. 2001. *Pertanian Lahan Gambut: Potensi dan Kendala*. Kanisius. Yogyakarta. 174 hlm.
- Noor, M. 2010. *Lahan Gambut: Pengembangan, Konservasi dan Perubahan Iklim*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 212 hlm.
- Notohadiprawiro, T. 1988. Penciri gambut di Indonesia untuk inventarisasi. Bahan Kongres I HGI dan Sem. Nas.Gambut I. Yogyakarta, 9-10 September 1988. 18 hlm.
- Notohadiprawiro, T. 2006. Etika pengembangan lahan gambut untuk pertanian tanaman pangan. Lokakarya Pengelolaan Lingkungan dalam Pengembangan Lahan Gambut. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL) Kalimantan Tengah. Palangkaraya. 24 hlm.
- Nursyamsi, D., S. Raihan, M. Noor, K. Anwar, M. Alwi, E. Maftuah, I. Khairullah, I. Ar-Riza, R. S. Simatupang, Noorinayuwati, dan Y. Rina. 2014. *Buku Pedoman Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian*

- Berkelanjutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. IAARD Press. Jakarta. 72 hlm.
- Page, S. E., F. Siegert, J. O. Rieley, H. D. V. Boehm, A. Jaya, and S. Limin. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420:61–65.
- Page, S. E., J. O. Riely and R. Wurst. 2006. Lowland tropical peatlands of Southeast Asia. Hlm. 145-172. *Dalam*: I. .P Martini. A. M Cortizas and W. Chesworth (Eds.). *Peatlands; Evolution and Records of Enviromental and Climate Changes*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Page, S. E.,** A. Hoscolo, H. Wosten and J. Jauhainen. 2009. Restoration ecology of lowland tropical peatlands in Southeast Asia—Current knowledge and future research directions. *Ecosystems* 12:888–905.
- Page, S. E., J. O. Rieley, and C. J. Banks. 2011. Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool. *Global Change Biology* 17(2):798–818.
- Page, S. E., F. Siegert, J. O. Rieley, H. D. V. Boehm, A. Jaya, and S. Limin. 2012. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420:61–65.
- Rieley, J. O., S. E. Page, dan B. Setiadi. 1996. Distribution of peatlands in Indonesia. Hlm:169-177. *Dalam*. Lappalainen, E. (Ed.). *Global Peat Resources*. International Peat Society, Findland.
- Rieley, J. O., dan B. Setiadi. 1997. Role of tropical peatlands in global carbon balance: preliminary finding from the peats of Central Kalimantan, Indonesia. *Alami* 2(1): 52-56.
- Rina, Y. dan Noorginayuwati. 2007. Persepsi petani tentang lahan gambut dan pengelolaannya. Hlm: 95-107. *Dalam* Muhlis *et al.* (Eds). *Kearifan Lokal Pertanian di Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Ritung, S., Wahyunto, K. Nugroho, Sukarman, Hikmatullah, Suparto dan C. Tafakresnanto. 2011. Peta Lahan Gambut Indonesia Skala 1:250.000. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Ritung, S., Wahyunto, K. Nugroho, Sukarman, Hikmatullah, Suparto dan C. Tafakresnanto. 2015. Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi Ketersediaan. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press. 100 hlm.
- Sarwani, M. 2003. Kebijakan pemanfaatan lahan terdegradasi di lahan rawa pasang surut. Makalah Sintesis Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Lahan untuk Mendukung Pembangunan Pertanian. Puslitbangnak, Bogor.
- Sarwani, M., Masganti, dan D. Irwandi. 2006. Pedoman Pengelolaan Lahan Gambut. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalteng. Palangka Raya. 32 hlm.

- Schlegel, H. G. 1994. Mikrobiologi Umum. Penerjemah Tedjo Baskoro. Edisi keenam. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 688 hlm.
- Smith, S. M., S. Newman, P. B. Garrett, and J. A. Leeds. 2001. Differential effect of surface and peat fire on soil constituents in a degraded wetland of the Northern Florida Everglades. *J. Environ. Qual* 30:1998-2005.
- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. Eleventh Edition. United States Departement of Agriculture. Natural Resources Conservation Services. USDA. Washington D. C. 869 hlm.
- Sokołowska, Z., L. Szajdak, dan D. Matyka-Sarzyńska. 2005. Impact of the degree of secondary transformation on acid-base properties of organic compounds in mucks. *Geoderma* 127:80-90.
- Supriyo, A. and A. Maas 2005. Leaching impact on chemical properties of different reclamation stage of ombrogenous peat. Paper Presented at International Symposium and Workshop Restoration and Wise Use of Tropical Peatland: "Problem of Biodiversity Fire, Poverty and Water Management" held in Palangkarya, at Sep 21-24, 2005.
- Suriadikarta, D. A., dan Simanungkalit. 2006. Pendahuluan: Buku Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Hlm:1-9. Dalam Simanungkalit, R. D. M., dan D. A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik (Eds.). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Suriadikarta, D. A. 2012. Teknologi pengelolaan lahan gambut berkelanjutan. *Jurnal Sumberdaya Lahan Pertanian* 6(2):197-211.
- Szajdak, L., Brandyk, T. and J. Szatyłowicz. 2007. Chemical properties of different peat-marsh soils from the Biebrza River Valley. *Agronomy Research* 5:165-174.
- Tan, K. H. 1994. Environmental Soil Science. Marcel Dekker Inc., New York. 304 hlm.
- Tim Sintesis Kebijakan. 2008. Pemanfaatan dan Konservasi Ekosistem Lahan Rawa Gambut di Kalimantan. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 1(2), 2008:149-156.
- Utami, S. N. H., A. Maas, B. Radjagukguk, dan B. H. Purwanto. 2009. Sifat fisik, kimia dan FTIR Spektrofotometri gambut hidrofobik Kalimantan Tengah. *Jurnal Tanah Tropika* 12(2):159-166.
- Van Mensvoort, M.E.F. and D.L. Dent. 1998. Acid Sulphate Soil. p.301-337. In Lal, R., W.H., Blum, C. Valentine, and B.A. Steward (ed). Method for Assessment of Soil Degradation. Florida. CRC Press LLC.
- Wakhid, N., dan I. Khairullah. 2016. Dekomposisi gambut terkait perubahan lahan di Indonesia. Proceeding Seminar Lahan Suboptimal oleh Himpunan Masyarakat Gambut (HGI). 26-28 Oktober 2016. Bogor
- Wahyunto, S. Ritung, K. Nugroho, Y. Sulaeman, Hikmatullah, C. Tafakresnanto, Suparto dan Sukarman. 2013. Atlas Lahan Gambut Terdegradasi di Pulau Sumatera Skala 1:250.000. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.

- Wahyunto, K. Nugroho, S. Ritung, and Y. Sulaiman. 2014. Indonesian peatland map: method, certainty, and uses. Hlm:81-96. *Dalam* Wihardjaka *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional: Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi. Balitbangtan, Kemtan. Jakarta.
- Welch, D. N., and M. A. M. Nor. 1989. Drainage works on peat in relation to crop cultivation. A review problem. Proc of the National Seminar on Soil Management for food and fruit crop production. Kuala Lumpur. pp: 96-110
- Wibowo, A. 2009. Peran lahan gambut dalam perubahan iklim global. *Jurnal Tekno Hutan Indonesia* 2(1):19-28.
- World Resources Institute. 2012. How to Indetify Degraded Land for Sustainable Palm Oil in Indonesia. WRI-Sekala Working Paper, April 2012. World Resources Institute. Woshington D. C-USA.
- Wosten, J. H. M., E. Clymans, S. E. Page, J. O. Rieley, and S. H. Limin. 2008. Peat–water interrelationships in a tropical peatland ecosystem in Southeast Asia. *Catena* 73:212–224.

PEMULIHAN DAN KONSERVASI LAHAN GAMBUT

Eni Maftuah dan Siti Nurzakiah

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra)

Jl. Kebun Karet, Loktabat Utara, Kotak Pos 31, Banjarbaru 70712

Email: eni_balittra@yahoo.com

Ringkasan

Degradasi lahan gambut di Indonesia umumnya diakibatkan oleh kegiatan pembukaan lahan, pembuatan saluran drainase serta pengelolaan lahan yang tidak berdasarkan Kesatuan Hidrologi Gambut (KHG), sehingga daya dukung ekosistem gambut menurun. Degradasi lahan gambut berdampak terhadap penurunan fungsi lahan gambut, terutama fungsi lingkungan yaitu; menurunnya cadangan air, mudahnya gambut terbakar, meningkatnya emisi GRK, menurunnya cadangan karbon, menurunnya keanekaragaman biodiversitas baik flora, fauna maupun mikroorganisme tanah. Upaya pemulihan lahan gambut yang terdegradasi dimaksudkan untuk mengembalikan nilai, fungsi, dan manfaat ekosistem gambut termasuk upaya pencegahan kerusakan lahan, memberikan perlindungan, dan memperbaiki ekosistem. Pemulihan lahan gambut dapat dilakukan melalui remediasi, rehabilitasi dan restorasi. Konservasi ekosistem gambut bertujuan untuk melindungi kawasan gambut agar tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Pemulihan ekosistem lahan gambut yang telah terdegradasi dan upaya konservasi lahan gambut pada zona konservasi diperlukan untuk menjaga keseimbangan ekosistem gambut, bukan hanya pada daerah gambut tapi juga pada kawasan di sekitarnya. Teknologi rehabilitasi lahan gambut terdegradasi dimaksudkan untuk mempercepat upaya pemulihan lahan agar dapat kembali berfungsi secara ekologi maupun sosial ekonomi. Teknologi rehabilitasi lahan gambut terdegradasi meliputi pengelolaan air, persiapan lahan, pemilihan jenis tanaman, ameliorasi, dan sistem agroforestri.

Pendahuluan

Tanah gambut tersusun dari material organik yang terbentuk secara alami dari sisa-sisa tumbuhan yang terdekomposisi tidak sempurna dan terakumulasi pada rawa. Ekosistem gambut adalah tatanan unsur gambut yang merupakan satu kesatuan utuh dan menyeluruh yang saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitasnya. Peran lahan gambut dalam ekosistem bersifat multifungsi

yaitu fungsi produksi, fungsi lingkungan (penyimpan air, habitat flora dan fauna) dan fungsi sosial. Kondisi biofisik lahan gambut khas dan sangat berbeda dengan tanah mineral, dan sangat rentan terhadap usikan atau gangguan. Kestabilan ekosistem gambut akan terganggu jika lahan gambut mengalami usikan (Notohadiprawiro, 1997).

Lahan gambut sebagai ekosistem merupakan bagian dari lingkungan lokal, regional bahkan global. Dampak pengembangan lahan gambut tidak hanya dapat mengenai gambut itu sendiri, tapi juga lingkungan secara luas. Lahan gambut di Indonesia saat ini diprediksi luasnya mencapai 14,90 juta hektar yang tersebar di Sumatera 6,44 juta hektar (43 %), Kalimantan 4,78 juta ha (32 %) dan Papua 3,69 juta hektar (25 %) (Ritung *et al.*, 2011). Namun sekitar 4,4 juta hektar dari luasan lahan gambut tersebut telah terdegradasi (Agus *et al.*, 2014).

Degradasi lahan gambut di Indonesia umumnya diakibatkan oleh kegiatan pembukaan lahan, pembuatan saluran drainase serta pengelolaan lahan yang tidak berdasarkan Kesatuan Hidrologi Gambut (KHG), sehingga daya dukung ekosistem gambut menurun. Praktek penebangan liar, perambahan, kebakaran lahan gambut, pembuatan saluran drainase di lahan gambut yang tidak diperhitungkan dengan baik, lemah dan kurangnya kesadaran dan pengertian masyarakat akan fungsi manfaat hutan rawa gambut, masih lemahnya penegakan hukum (*law enforcement*) serta masih lemahnya kebijakan dan pengelolaan hutan rawa gambut mempercepat kerusakan lahan gambut.

Drainase lahan gambut memberikan dampak terhadap sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Perubahan karakteristik gambut disebabkan keseimbangan alamiah berubah dari suasana reduktif menjadi oksidatif. Saluran drainase menyebabkan muka air tanah menurun sesuai dengan dimensi saluran drainase yang dibuat, sehingga lapisan atas gambut menjadi aerobik. Perubahan kondisi ini meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam proses dekomposisi gambut. Dekomposisi gambut akan menghasilkan emisi karbon serta subsidensi. Pembuatan saluran drainase yang tidak sesuai KHG, dapat mempercepat pengeringan gambut sehingga gambut rentan kebakaran. Kebakaran lahan berdampak terhadap lingkungan dan biofisik lahan yaitu pelepasan asap, CO₂ peningkatan suhu tanah dan udara dan kerusakan habitat flora dan fauna. Pembukaan dan pembuatan saluran-saluran pada areal gambut menyebabkan penurunan muka air dan kedalaman gambut secara drastis dan menimbulkan dampak yang serius bagi daur ekosistem yang selama ini sudah terjaga dan menjaga dengan baik.

Pembuatan saluran drainase yang dalam di lahan gambut diperlukan untuk perkebunan kelapa sawit dan budidaya Acacia (Miettinen *et al.*, 2012; Masganti *et al.*, 2015), sehingga laju oksidasi akan semakin meningkat dan subsiden menjadi cepat (Hooijer *et al.*, 2012; Jauhiainen *et al.*, 2012). Seperti yang terjadi di Sarawak, sebagian besar rawa gambut pesisir telah dimanfaatkan untuk perkebunan kelapa sawit, mengakibatkan subsiden sehingga menyebabkan hilangnya lebih dari 10 persen dari luas lahan keseluruhan. Selain itu, pengurangan pasokan air tawar akibat deforestasi dan drainase menyebabkan daerah pesisir dengan tanah mineral lebih rentan terhadap gangguan kekeringan dan intrusi air laut. Hal ini akan mengurangi kelayakan pertanian di wilayah ini, yang memiliki tanah sulfat masam (Silvius *et al.*, 2000). Subsiden juga meningkatkan risiko banjir apabila saat permukaan air laut meningkat (Cruz *et al.*, 2007), dan kebakaran pada musim kemarau (Masganti *et al.*, 2014).

Degradasi lahan gambut berdampak terhadap penurunan fungsi lahan gambut, terutama fungsi lingkungan yaitu; menurunnya cadangan air, mudahnya gambut terbakar, meningkatnya emisi GRK, menurunnya cadangan karbon, menurunnya keanekaragaman biodiversitas baik flora, fauna maupun mikroorganisme tanah. Upaya pemulihan ekosistem gambut diperlukan untuk memperbaiki kondisi gambut agar berfungsi baik sebagai media tumbuh tanaman (fungsi lokal), maupun fungsi lingkungan yang mempengaruhi kawasan regional.

Pemulihan fungsi ekosistem lahan gambut adalah aktivitas yang dilakukan untuk mengembalikan sifat dan fungsi ekosistem gambut sesuai sifat dan fungsi semula, baik melalui remediasi, restorasi maupun rehabilitasi. Remediasi lahan gambut terdegradasi yaitu upaya pemulihan kondisi lahan untuk memperbaiki mutu atau kualitas lahan gambut. Remediasi lahan gambut terkait fungsinya sebagai media tumbuh tanaman bertujuan untuk memperbaiki kesuburan tanah gambut, karena umumnya kesuburan tanah gambut yang terdegradasi lebih rendah. Upaya remediasi terutama diperlukan untuk mendukung fungsi lahan gambut sebagai sumberdaya yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar.

Rehabilitasi yaitu upaya pemulihan untuk mengembalikan nilai, fungsi, dan manfaat ekosistem gambut termasuk upaya pencegahan kerusakan lahan, memberikan perlindungan, dan memperbaiki ekosistem. Rehabilitasi kawasan gambut ditujukan untuk memulihkan sumberdaya kawasan gambut yang rusak, sehingga berfungsi optimal dalam memberikan manfaat

ekologi, ekonomi dan sosial kepada seluruh pihak yang berkepentingan, mengelola sumberdaya air, dan mengembangkan kelembagaan yang berbasis sumberdaya kawasan gambut. terutama pada gambut yang telah terdegradasi agar fungsi dan peran lahan gambut menjadi baik kembali.

Restorasi adalah upaya pemulihan untuk menjadikan ekosistem gambut atau bagian-bagiannya berfungsi kembali sebagaimana semula. Restorasi ekosistem gambut bertujuan untuk mengembalikan fungsi hidrologis dan ekologis gambut maupun meningkatkan produktivitasnya sehingga fungsi ekosistem gambut pulih kembali.

Konservasi ekosistem gambut bertujuan untuk melindungi kawasan gambut agar tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Wilayah gambut yang harus dikonservasi adalah lahan gambut dengan ketebalan > 3 m dan kubah gambut. Sebagian zona ini menjadi hutan sekunder dan mengalami kerusakan dengan berbagai tingkat dari kerusakan ringan sampai berat. Kawasan konservasi dimaksudkan untuk menjaga dan memelihara keseimbangan lingkungan hidup, baik sebagai reservoir air dan *carbon storage*, antisipasi terhadap perubahan iklim maupun melindungi keanekaragaman hayati. Perlindungan terhadap kubah gambut dilakukan untuk mengendalikan hidrologi wilayah, berfungsi sebagai penambat air dan pencegah banjir, serta melindungi ekosistem yang khas di kawasan tersebut. Kubah gambut dengan ketebalan lebih dari 3 m merupakan satu kesatuan dengan bagian tepinya yang dangkal (ketebalan kurang dari 3 m). Kerusakan gambut pada wilayah ini akan berdampak terhadap kelestarian kawasan konservasi dan produktivitas dalam kawasan budidaya.

Pemulihan ekosistem lahan gambut yang telah terdegradasi dan upaya konservasi lahan gambut pada zona konservasi diperlukan untuk menjaga keseimbangan ekosistem gambut, bukan hanya untuk daerah gambut tapi juga terhadap kawasan disekitarnya. Tulisan ini menjelaskan tentang pentingnya pemulihan dan konservasi lahan gambut serta teknologi untuk rehabilitasi lahan gambut terdegradasi.

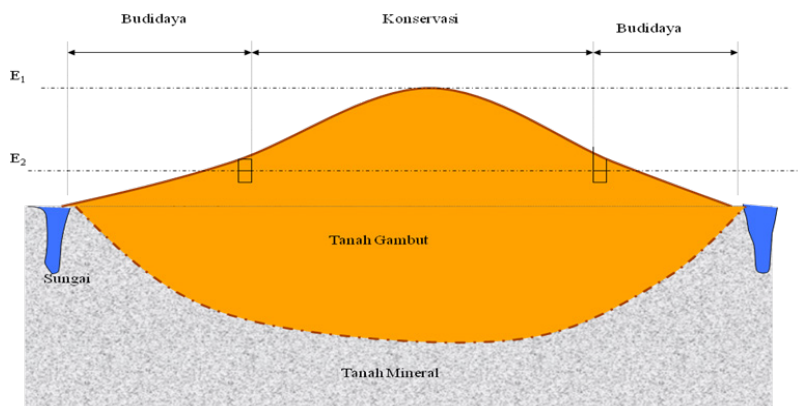
Zonasi Lahan Gambut

Tanah gambut tropika terbentuk melalui proses paludifikasi yaitu penebalan bahan gambut akibat tumpukan bahan organik dalam keadaan jenuh air. Material utama gambut tropika adalah biomassa tumbuhan yang mengandung lignin tinggi, sehingga lambat terdekomposisi. Laju

pembentukan tanah gambut sangat lambat dan berbeda antara satu tempat dengan tempat lainnya yang dipengaruhi oleh banyak faktor utamanya lingkungan setempat meliputi; (1) sumber dan neraca air, (2) kandungan mineral yang ada dalam air, (3) iklim (curah hujan, suhu, kelembaban), (4) tutupan vegetasi, dan (5) pengelolaan setelah drainase (Maas, 2012). Kondisi tersebut menyebabkan lahan gambut mempunyai karakteristik yang spesifik dan unik yang berbeda dengan lahan kering atau lainnya.

Tanah gambut terbentuk secara perlahan akibat timbunan bahan organik pada danau dangkal, dan kemudian secara perlahan ditumbuhi oleh tanaman air dan vegetasi lahan basah (Agus dan Subiksa, 2008). Tanaman yang mati dan melapuk secara bertahap membentuk lapisan yang kemudian menjadi lapisan transisi antara lapisan gambut dengan *sub stratum* (lapisan di bawahnya) yang berupa tanah mineral. Tanaman berikutnya tumbuh pada bagian yang lebih tengah dari danau dangkal ini dan membentuk lapisan-lapisan gambut, sehingga danau tersebut menjadi penuh. Bagian gambut yang tumbuh mengisi danau dangkal tersebut disebut dengan gambut topogen karena proses pembentukannya disebabkan oleh topografi daerah cekungan. Gambut yang tumbuh di atas gambut topogen dikenal dengan gambut ombrogen, yang pembentukannya ditentukan oleh air hujan. Hasil pelapukan gambut topogen membentuk lapisan gambut baru yang lama kelamaan membentuk kubah gambut yang permukaannya cembung. Tepi kubah mempunyai ketebalan gambut relatif tipis dan makin ke tengah bagian kubah ketebalan gambutnya makin tebal dan tidak lagi mendapat pasokan hara dari limpasan sungai (Widjaya-Adhi *et al.*, 1992).

Lahan gambut umumnya terletak pada satuan hidrologis yang berada diantara dua sungai besar dan beberapa anak sungai yang merupakan cabang dari sungai-sungai besar. Satuan hidrologis gambut berhubungan dengan dinamika pasang dan surut dari sungai-sungai tersebut baik langsung maupun tidak langsung, sehingga patut menjadi pertimbangan dalam pengembangan dan pengelolaan lahan gambut. Sebagian besar pemanfaatan lahan gambut saat ini belum berdasarkan pada penataan ruang berdasarkan satuan hidrologi gambut. Satuan hidrologi berbeda dengan satuan batas administrasi, berbeda pula dengan satuan penguasaan, dan satuan pemanfaatan padahal satuan tersebut saling mempengaruhi. Penataan ruang lahan gambut yang didasarkan atas satuan hidrologi lahan gambut dibagi atas zona konservasi dan zona budidaya seperti dalam Gambar 1.



Gambar 1. Zonasi lahan gambut pada satuan hidrologi berdasarkan ketebalan gambut (Maas, 2015)

Kubah gambut berfungsi sebagai penyimpan cadangan air dan pengatur keseimbangan air dalam KHG, sehingga berperan sebagai kawasan konservasi. Pada kawasan kubah gambut yang telah dibuat kanal-kanal perlu dikembalikan fungsi hidrologis dengan menutup kanal tersebut. Pada kawasan yang sudah terlanjur dibudidayakan dan di dalamnya terdapat kanal-kanal, restorasi tata air dapat dilakukan dengan membangun sekat-sekat (tabat) dalam jumlah yang memadai di dalam setiap kanal, sehingga kedalaman air tanah gambut di sekitarnya dapat dinaikkan dan gambut menjadi basah, sehingga sulit terbakar.

Kawasan gambut yang mempunyai ketebalan $< 3\text{m}$ dikategorikan sebagai zona budidaya. Kawasan tersebut dapat dimanfaatkan untuk budidaya tanaman pertanian dan perkebunan. Namun, pemanfaatan lahan gambut untuk pengembangan pertanian perlu kehati-hatian, karena lahan gambut berperan ganda baik sebagai media tumbuh tanaman, maupun peran dalam lingkungan (pemendam karbon dan air). Pengelolaan ekosistem gambut harus memperhatikan aspek pemanfaatan, pemeliharaan dan perlindungan. Pelestarian fungsi ekosistem gambut sebagai pengendali dampak perubahan iklim melalui mitigasi dan adaptasi perubahan iklim.

Pemanfaatan lahan gambut utamanya ditujukan pada zona budidaya dan yang terdegradasi. Lahan gambut terlanjur memerlukan perhatian serius agar tidak terjadi degradasi lebih lanjut. Lahan gambut yang tidak termanfaatkan berupa semak belukar serta pada kondisi kering lebih rentan terhadap kebakaran. Upaya untuk mengurangi kerentanan kebakaran dapat dilakukan

dengan meningkatkan kelembaban permukaan gambut. Menurut Nurzakiah *et al.* (2006) semakin berkurang kelembaban tanah yang diindikasikan dengan semakin tinggi kandungan gugus fungsional hidrofobik menunjukkan semakin tingginya tingkat kerentanan terhadap kebakaran. Hidrofobisitas akan mempengaruhi kemampuan substansi humat dalam adsorpsi kation (Chorover *et al.*, 1999). Kondisi hidrofobik berkaitan dengan berkurangnya gugus fungsional hidrofilik antara lain karboksilat dan fenolat (Utami *et al.*, 2009; Masganti, 2012).

Alternatif pemanfaatan lahan gambut terdegradasi yaitu: (a) direstorasi menjadi hutan, (b) dibiarkan pulih (*recovery*) secara alami atau (c) dimanfaatkan sebagai lahan pertanian dan tujuan ekonomi lainnya sesuai dengan potensi dan karakteristiknya. Pemanfaatan sebagai lahan pertanian yang produktif merupakan alternatif yang paling prospektif (Tim Perumus SemNas, 2014). Pemanfaatan lahan gambut terdegradasi dianggap oleh berbagai pihak sebagai tindakan dilematis. Oleh karena itu, pengelolaannya harus secara terencana dan didukung oleh teknologi yang teruji untuk menurunkan emisi GRK dan secara simultan dapat meningkatkan produktivitas lahan dan keuntungan usahatani (Subiksa *et al.*, 2014).

Lahan gambut terdegradasi di Indonesia didominasi oleh tumbuhan semak belakar seperti di Sumatera dan Kalimantan yang mempunyai lahan gambut terdegradasi cukup luas. Lahan gambut terdegradasi terluas dijumpai di Sumatera, disusul Kalimantan dan Papua (Wahyunto *et al.*, 2015). Pemanfaatan lahan gambut terdegradasi juga memperhatikan zonasinya, pada kawasan zona budidaya (ketebalan gambut < 3 m) dapat diusahakan untuk budidaya tanaman, sedangkan pada zona konservasi (ketebalan gambut > 3 m) dikembalikan fungsinya sebagai kawasan konservasi.

Pemulihan Lahan Gambut

Pemulihan lahan gambut terdegradasi diperlukan untuk menghindari kerusakan lahan lebih lanjut. Penurunan muka air tanah akibat pembuatan saluran drainase seringkali menyebabkan gambut pada lapisan atas menjadi kering. Kondisi ini diperparah pada tahun *El-Nino* seperti tahun 1997, muka air tanah menjadi lebih dalam, sehingga lahan sangat rentan dengan kebakaran lahan. Seperti dilaporkan oleh Page *et al* (2002), dalam keadaan demikian kebakaran gambut dapat mencapai ketebalan 50 cm. Pada kondisi ekstrim, bara api pada tanah gambut dapat bertahan sampai berminggu-

minggu. Hatano *et al.*, (2004) pada tahun normal memperkirakan kedalaman gambut yang terbakar sewaktu pembukaan hutan sedalam 15 cm.

Kebakaran lahan gambut terutama pada hutan rawa gambut memberikan dampak tidak hanya kerusakan atau degradasi lahan, namun juga terhadap keragaman hayati dan lingkungan. Hutan rawa gambut sangat sensitif terhadap drainase dan kebakaran, akibat ketergantungan vegetasi penyusunnya terhadap komponen penyusun gambut, yang dipengaruhi oleh kecukupan ketersediaan air, penutupan tajuk, dan input seresah daun (Yule dan Gomez, 2009). Kebakaran hutan rawa gambut yang terjadi di Indonesia, khususnya di kawasan KHDTK Tumbang Nusa dan sekitarnya telah menurunkan keragaman jenis vegetasi, baik tingkat pohon, pancang maupun anakan (Tata dan Pradjadinata, 2013).

Pemulihan ekosistem gambut bertujuan untuk memulihkan sumberdaya kawasan gambut yang telah rusak, sehingga berfungsi optimal baik secara ekologi, ekonomi, maupun sosial kepada seluruh pihak yang berkepentingan. Degradasi lahan gambut perlu dipulihkan agar tidak memberikan dampak lebih lanjut. Kebakaran hutan tahun 1997 berdampak besar terhadap struktur dan komposisi hutan gambut berupa hilangnya sebagian besar individu pohon (92%) atau 97.8% total basal area dan kehilangan jenis sampai 72.5%, melebihi kehilangan biodiversitas yang terjadi pada hutan campuran (Simbolon, 2004). Umumnya dampak kebakaran hutan keduanya lebih hebat daripada sebelumnya karena hutan yang sudah terbakar mempunyai timbunan bahan bakar berupa residu arang, batang dan cabang yang lebih kering dan mudah terbakar. Apabila biomassa tanaman hutan gambut terbakar, maka tidak hanya biomassa tanaman saja yang akan terbakar, tetapi juga beberapa sentimeter lapisan gambut bagian atas yang berada dalam keadaan kering.

Proses pemulihan kerusakan lahan gambut yang disebabkan oleh kebakaran yang kedua umumnya akan lebih lama. Tidak seperti pemulihan hutan gambut pasca sekali kebakaran yang langsung ditumbuhi oleh jenis-jenis tumbuhan sekunder, pemulihan awal hutan gambut pasca kebakaran yang kedua kali diawali oleh komunitas herba paku-pakuan (Simbolon, 2004). Pada lahan gambut yang telah direstorasi dengan cara pembendungan kanal, regenerasi alami berlangsung lebih baik menuju ke ekosistem normal yang ditunjukkan dengan komposisi dan keanekaragaman jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan areal yang tidak direstorasi (Sitepu, 2016).

Kegiatan rehabilitasi (pemulihan) lahan gambut dilakukan berdasarkan KHG sebagai unit manajemen. Kegiatan rehabilitasi kawasan bergambut dapat dilakukan di semua kawasan hutan dan bukan kawasan hutan serta area penggunaan lain yang dapat diselenggarakan melalui kegiatan pemeliharaan tanaman, pengkayaan tanaman maupun kegiatan restorasi tata air sesuai kebutuhan melalui pendekatan partisipatif dalam rangka mengembangkan potensi dan memberdayakan masyarakat setempat.

Pemulihan lahan gambut melalui restorasi hidrologis harus memperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut: a) kubah gambut dan gambut dengan kedalaman > 3 meter merupakan daerah/zona yang terbebaskan dari pemanfaatan dan keberadaan kanal-kanal. b) penutupan kanal diperlukan pada kawasan kubah gambut untuk mengembalikan fungsi hidrologis, c) pada ekosistem gambut dengan fungsi lindung (ketebalan gambut > 3 meter) yang sudah terlanjur dibudidayakan dan di dalamnya terdapat kanal-kanal, diperlukan sekat-sekat (tabat) dalam jumlah yang memadai di dalam setiap kanal, sehingga kedalaman air tanah gambut di sekitarnya dapat dinaikkan dan gambut menjadi basah serta sulit terbakar, d) penyekatan kanal juga berlaku pada ketebalan gambut < 3m pada seluruh lahan gambut yang sudah terlanjur di bangun agar proses rewetting bisa optimal (KLHK, 2015).

Pembasahan lahan gambut juga dapat menggunakan pompa, dengan memindahkan masa air dari tempat lain ke lahan gambut yang ingin direstorasi melalui pembasahan langsung di atas permukaan lahan gambut atau pembasahan melalui air mancur (*fountain*). Pembasahan langsung dapat dilakukan melalui pemompaan air dari sungai-sungai di dekat lahan gambut (KLHK, 2015). Di hamparan lahan gambut yang cukup jauh dari sumber air (sungai) dapat dilakukan dengan membuat “sumur galian dangkal” atau “sumur galian dalam” di sekitarnya. Pembasahan lahan gambut dapat juga dilakukan dengan membangun kolam-kolam/tandon-tandon sebagai cadangan penyimpanan air untuk digunakan dalam pemadaman kebakaran. Hal ini karena saat musim kemarau, jika terjadi kebakaran, sulit sekali didapatkan sumber-sumber air untuk memadamkan api. Tandon air ini dapat digunakan untuk menampung air hujan, maupun air dari sumur bor.

Pemulihan lahan gambut terdegradasi selanjutnya melalui rehabilitasi menggunakan vegetasi yang adaptif dan ramah gambut (*revegetasi*). Namun sebelum hal ini dilakukan terlebih dahulu harus diperbaiki kondisi hidrologinya. Revegetasi juga dapat terjadi secara alami jika di lantai lahan gambut masih banyak dijumpai berbagai bibit tanaman asli, vegetasi ini akan

tumbuh dengan sendirinya jika tata air telah dibenahi. Revegetasi dilakukan pada areal bekas terbakar ringan/sedang, bekas tebang habis, areal terbuka (vegetasi jarang), bekas terbakar yang telah mengalami suksesi, bekas tebang selektif, penutupan vegetasi sedang (KLHK, 2015). Rehabilitasi di lahan gambut yang telah rusak dan sering tergenang harus mempertimbangkan curah hujan dan tingginya tingkat genangan. Pembuatan tukungan (gundukan) diperlukan pada kawasan yang tergenang ini. Revegetasi juga harus mempertimbangkan jenis komoditas yang akan ditanam, dengan mempertimbangkan faktor sosial, ekonomi dan lingkungan, namun tetap mempertimbangkan kesesuaian lahan. Revegetasi dapat dilakukan untuk pengkayaan plasma nutfah tertentu, atau koleksi komoditas tertentu. Revegetasi pada area konsesi yang lokasinya berbatasan dengan kawasan lindung dan konservasi, pemilihan komoditas terbatas pada jenis-jenis tertentu yang adaptif dan tidak bersifat invasif.

Konservasi Lahan Gambut

Lahan gambut memiliki beberapa fungsi strategis, seperti fungsi hidrologis, penambat karbon dan habitat untuk mendukung biodiversitas flora maupun fauna. Tingginya cadangan karbon menyebabkan jika lahan gambut terdekomposisi atau terbakar akan menyebabkan emisi karbon yang signifikan. Keunikan lahan gambut tersebut perlu dijaga dari kerusakan, agar kelestarian lahan dapat lebih lama dan lingkungan juga tidak tercemar oleh emisi karbon.

Lahan gambut berperan dalam sistem hidrologi, karena gambut mampu menyimpan air sampai 13 kali dari bobotnya. Dalam fungsi hidrologis, peran kubah gambut sangat penting, sehingga mempertahankan kubah gambut sangat diperlukan agar sumber air terpenuhi sepanjang tahun, dan terhindar dari banjir maupun kekeringan. Pembuatan saluran pada lahan gambut hendaklah dilakukan dengan sangat hati-hati. Kesalahan dalam pembuatan saluran dapat menimbulkan dampak lingkungan antara lain: laju penurunan muka tanah (subsiden), emisi karbon, kering tidak balik, dan bahan organik terlarutkan (DOC) semakin meningkat. Selain itu, bahaya kebakaran, perubahan iklim, pemanasan global, peningkatan muka air laut, kelangkaan air bersih pada musim kemarau, banjir pada musim hujan, dan polusi air, berdampak bagi masyarakat lokal setelah ada perubahan lingkungan.

Lahan gambut menyimpan karbon jauh lebih besar (mencapai sepuluh kali lipat lebih besar) dari pada tanah-tanah mineral, tergantung dari ketebalan lapisan tanah gambut tersebut. Semakin tebal lapisan gambut maka semakin besar cadangan karbon di dalam tanah. Lahan gambut juga menyimpan karbon di atas permukaan tanah dalam biomassa tanaman dan nekromasa (Gambar 2). Di dalam tanah, karbon tersimpan pada lapisan gambut dan sedikit pada lapisan tanah mineral di bawah lapisan gambut (*substratum*). Dari berbagai penyimpan karbon tersebut, tanah gambut menyimpan karbon terbesar dan diikuti oleh biomassa tanaman. Cadangan karbon dalam tanah gambut (*below ground C-stock*) bervariasi tergantung proses pembentukan dan keadaan lingkungan. Page *et al.* (2002) menyatakan rata-rata kandungan C pada tanah gambut sekitar 60 kg C/m³ atau ekuivalen dengan 600 t C/ha untuk setiap meter ketebalan gambut. Di daerah tropis cadangan C dalam tanah gambut bervariasi antara 250 t /ha untuk gambut tipis (ketebalan gambut <100m). Untuk setiap satu meter kedalaman gambut tersimpan sekitar 300-700 ton C/ha (Wahyunto *et al.* 2003, 2004).

Lahan gambut dengan keadaan hutan alami merupakan penyerap (*sink*) CO₂. Hutan gambut alami, yang tidak terpengaruh drainase dan kemarau panjang, tumbuh secara perlahan dengan kecepatan 0-3 mm/tahun karena adanya batang pohon mati atau ranting yang menumpuk di atasnya dan melapuk secara lambat. Namun apabila hutan gambut dibuka dan didrainase maka lahan gambut berubah fungsi dari penyerap menjadi sumber emisi gas karbon (CO₂) yang merupakan salah satu gas rumah kaca (Agus dan Subiksa, 2008).



Gambar 2. Potensi cadangan karbon di lahan gambut (Foto: Siti Nurzakiah)

Hutan rawa gambut alami mempunyai kondisi basah dan siklus yang terjadi mendukung pembentukan gambut, penyerapan dan penyimpanan karbon. Namun ketika dikeringkan dan tidak lagi berhutan atau terdegradasi, hutan rawa gambut melepaskan karbon gambut jauh lebih cepat dari yang telah diserap (*sequester*) (Couwenberg *et al.*, 2010, Dommain *et al.*, 2010). Di Indonesia, kondisi hutan rawa gambut berkisar dari yang masih utuh hingga sudah rusak parah (Wibisono *et al.*, 2011).

Salah satu peran lahan gambut adalah sebagai habitat aneka flora dan fauna. Kekayaan flora berupa berbagai jenis pohon yang mempunyai nilai komersial tinggi untuk keperluan bahan industri baik meubel, konstruksi, obat-obatan (farmasi) dan beberapa jenis prespektif lainnya. Beberapa pohon yang dapat dimanfaatkan untuk kayu bangunan antara lain; galam (*Melaleuca leucdendron*), jelutung (*Dyera lowii*), simpur (*Dillenia excels*), bungur (*Lagerstroemia specisa*), pulai rawa (*Alstonia pneumatophora*), tumih (*Combretocarpus rotundatus*), geronggang (*Cratoxylon arborescens*) belangeran (*Shorea balangeran*), meranti bunga (*Shorea teysmanniana*), meranti rawa (*Shorea pauchiflora*), dan terentang (*Campnosperma auriculata*) (Gambar 3).



Tumih (*Combretocarpus rotundatus*)



Geronggang (*Cratoxylon arborescens*)



Belangeran (*Shorea balangeran*)



Jelutung (*Dyera lowii*)



Galam (*Melaleuca leucdendron*)



Meranti rawa (*Shorea pauchiflora*)

Gambar 3. Jenis tumbuhan yang terdapat di lahan gambut (Foto: Siti Nurzakiah)

Beberapa jenis pohon mempunyai nilai penting yang menghasilkan hasil hutan *non kayu* (*non wood forest products*) antara lain gimor (*Alseodaphne helleophylla*), sonthe (*Palaquium leicocar pum*), dan nyatoh (*Palaquium*, spp) (Antonius, 2006). Tumbuhan yang berpotensi untuk bahan industri farmasi antara lain; bintangur (*Calophyllum lanigerum*), *Calophyllum cannum* dan *C.dioscorii* yang mempunyai zat bioaktif anti kanker dan masih ada lagi beberapa jenis prospektif lainnya (Antonius, 2016).

Fauna endemik yang dijumpai di hutan rawa gambut antara lain; buaya sinyulong (*Tomistoma schlegelii*), bangau (*Ciconia stormy*), mentok rimba (*Cairina scutulata*), lingsang dengan hidung berambut (*Lutra sumatrana*), Black Partridge (*Melanoperdix nigra*), berbagai spesies ikan, jenis capung, bekantan (*Nasalis larvatus*), dan kucing berkepala rata (*Prionailurus planiceps*). Banyak juga ditemui jenis burung yang hanya terdapat di hutan rawa gambut (Wibisono *et al.*, 2011). Pada rawa gambut di Kalimantan Tengah ditemui tidak kurang 100 jenis ikan penghuni rawa (Kartamihardja, 2002). Jenis ikan yang banyak dijumpai di rawa gambut antara lain: papuyu (*Anabas testudinesus*), lele (*Clarias* spp.), baung (*Mystus nemurus*), ikan gabus (*Channa* spp), sepat (*Trichogaster* spp.), dan jelawat (*Ceptobarubus hoeveni*).

Teknologi Rehabilitasi Lahan Gambut Terdegradasi

Teknologi rehabilitasi dimaksudkan untuk mempercepat upaya pemulihan lahan gambut yang terdegradasi agar lahan gambut dapat kembali berfungsi secara ekologi maupun sosial ekonomi. Teknologi rehabilitasi meliputi pengelolaan air, persiapan lahan, pemilihan jenis tanaman, ameliorasi, dan sistem agroforestri.

Pengelolaan air

Pengelolaan air pada lahan gambut merupakan faktor yang sangat penting. Air merupakan faktor penting dalam proses pembentukan gambut, kubah gambut, menjamin kelangsungan habitat makluk hidup endemik rawa, serta menjaga gambut dari subsidensi, serta menghindarkan gambut dari kondisi hidrofobik yang mengakibatkan gambut rentan kebakaran. Tujuan dari pengelolaan air di lahan gambut adalah: (1) menyediakan air yang cukup bagi pertumbuhan tanaman, (2) menjaga kondisi aerasi bagi mikroorganisme, (3) mengendalikan reaksi kimia tanah dan perkembangan perakaran tanaman (Masganti *et al.*, 2015), dan (4) menjaga kelestarian gambut agar terhindar dari kerusakan akibat drainase atau pengeringan.

Dalam pengelolaan air di lahan gambut yang paling penting untuk diperhatikan adalah menjaga tinggi muka air tanah, agar permukaan lahan tetap basah, dan kebutuhan tanaman terpenuhi. Kelembaban tanah yang terjaga selain dapat mencegah kebakaran lahan juga dapat menurunkan tingkat dekomposisi, sehingga emisi karbon juga dapat ditekan (Jauhianien *et al.*, 2008; Couwenberg, 2009; Husen *et al.*, 2013). Terdapat hubungan positif antara kedalaman air tanah dan kehilangan karbon, serta total respirasi tanah gambut (Carlson *et al.*, 2015).

Konsep kesatuan hidrologis menjadi penting dalam pengelolaan air di lahan gambut untuk memulihkan lahan gambut. Kesatuan hidrologis menjadi dasar untuk pemanfaatan lahan gambut sekaligus untuk pengelolaan termasuk pembuatan saluran drainase. Densitas saluran semakin ke arah kubah gambut, semakin sedikit. Namun tidak bisa dipungkiri kondisi saat ini sudah banyak kubah gambut yang dikelola dan dibuat saluran drainase, sehingga perlu dilakukan penataan ulang.

Konsep ekohidrologi yang diterapkan dimaksudkan untuk menjamin keberadaan air pada kondisi lebih tinggi, sehingga selain melindungi kubah gambut, namun secara gravitasi mampu membasahi gambut pada bagian landscape di bawahnya. Penutupan kanal juga diperlukan pada kubah gambut yang telah terlanjur dibuat dan pada batas satuan penguasaan dalam satu kesatuan hidrologis, serta pemilihan jenis tanaman yang sesuai dengan kondisi lahan gambut. Perlu sinkronisasi peraturan perundangan biofisik terkait pemanfaatan dan konservasi lahan gambut, termasuk pemerataan kesempatan akses terhadap lahan gambut dalam mendukung kesejahteraan masyarakat.

Karakteristik gambut yang memiliki daya hantar hidrolik tinggi baik vertikal maupun horizontal, sehingga diperlukan pengendalian muka air tanah pada batas yang aman. Mempertahankan tinggi muka air tanah pada batas 40cm dapat mengurangi emisi CO₂ (IPCC, 2014), meningkatkan kelembaban tanah sehingga kerentanan terhadap kebakaran lahan juga semakin menurun. Kunci utama untuk pengembangan pertanian di lahan gambut adalah pengendalian atau pengelolaan air (Sarwani *et al.*, 1994; Masganti *et al.*, 2015).

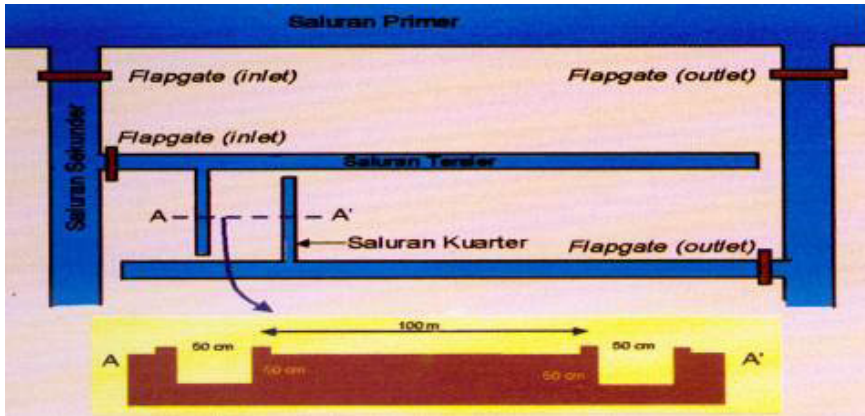
Pengelolaan air di lahan gambut dimaksudkan untuk mengatur tinggi muka air yang mampu menjaga produktivitas lahan dan kelestarian sumberdaya lahan gambut. Salah satu teknik pengelolaan air di lahan gambut dapat dilakukan menggunakan sistim tabat yang bertujuan untuk: (1) mengatur keberadaan air tanah di lahan gambut sesuai dengan kebutuhan tanaman yang dibudidayakan, (2) mencuci asam-asam organik

dan anorganik serta senyawa lainnya yang bersifat racun terhadap tanaman dan memasukkan air segar untuk memberikan oksigen; (3) mempertahankan tinggi muka air tanah untuk menjaga kelestarian gambut agar terhindar dari kerusakan dan kekeringan, dan (4) memanfaatkan keberadaan air di dalam saluran sebagai media budidaya ikan baik budidaya aktif (dengan menebar benih ikan) maupun budidaya pasif.

Kelestarian pertanian di lahan gambut dalam aspek mempertahankan kondisi biofisik lahan mungkin akan sulit terwujud, dan yang bisa diusahakan adalah memperpanjang umur pakai lahan gambut. Ambak dan Melling (2000) mengemukakan bahwa sebenarnya istilah pertanian yang lestari (*sustainable agriculture*) kemungkinan tidak akan bisa diterapkan untuk kegiatan pertanian di lahan gambut, karena lahan akan menyusut dan mengalami subsiden pada saat kegiatan pertanian dikembangkan. Upaya untuk memperpanjang umur pakai lahan gambut salah satunya melalui pengelolaan air.

Pengelolaan air di lahan gambut yang perlu diperhatikan antara lain: kondisi dari air tanah (*groundwater*) dan juga air permukaan, bentuk dan kisaran fluktuasinya, pengaruh dari saluran terhadap daerah di sekitarnya. Kondisi hidrologi akan memainkan peranan penting dalam pergerakan banyak substansi, kelestarian dari gambut itu sendiri dan produktivitas pertanian. Kesatuan hidrologi gambut perlu diperhatikan dalam pengelolaan air di lahan gambut.

Salah satu komponen penting dalam pengaturan tata air di lahan gambut adalah bangunan pengendali berupa pintu air di setiap saluran. Pintu air berfungsi untuk mengatur tinggi muka air di saluran, sehingga tinggi muka air di lahan juga dapat dikendalikan (Agus dan Subiksa, 2008). Teknologi pengelolaan air tersebut tergantung pada tipologi lahan. Pada lahan gambut pasang surut tipe B dapat menggunakan teknologi tata air satu arah dan tabat konservasi (SISTAK) (Gambar 4). Pencegahan kekeringan sangat penting dengan pemasangan tabat (*dam overflow*) pada muara-muara saluran sebagai pintu air dapat meningkatkan tinggi permukaan air dan mempertahankan cadangan air pada lahan di sekitarnya. Pada lahan gambut dengan tipe luapan C, pengelolaan air sistem tabat sangat penting untuk mencegah drainase berlebihan sehingga terhindar dari kekeringan. Tabat dapat dibuat secara sederhana atau permanen, sesuai dengan ketinggian muka air yang diinginkan (Gambar 5).



Gambar 4. Pengaturan tata air mikro Sistem Tabat (Subagyo *et al.*, 1999)



Gambar 5. Sistem tabat di lahan gambut terdegradasi, Jabiren, Kab. Pulang Pisau, Kalimantan Tengah (Sumber: ICTTF; Balittra 2013)

Rata-rata tinggi tabat dibuat 20 cm dibawah muka tanah, lebar tabat disesuaikan dengan lebar parit yang ada dan jarak antar tabat sekitar 100-150 m. Dimensi saluran/tabat disesuaikan dengan jenis tanaman yang dibudidayakan (Masganti *et al.*, 2015). Efektivitas tabat dalam meningkatkan kadar air tanah di lahan gambut cukup signifikan. Hasil penelitian adanya tabat dapat mempertahankan kadar air tanah 80-197% berdasarkan berat kering tanah (Alwi *et al.*, 2004). Sementara di lahan gambut Kalimantan Tengah tabat dapat mempertahankan kadar air tanah sampai 250%, sedangkan lahan yang tidak ditabat sekitar 60% (Fitrianti *et al.*, 2017).

Penyiapan lahan

Penyiapan lahan adalah rangkaian kegiatan mulai dari membersihkan lahan dari gulma, kayu maupun ranting dan menata lahan serta upaya menetralkan lahan agar menjadi media tumbuh yang baik bagi tanaman. Penyiapan lahan untuk budidaya tanaman di lahan gambut seringkali menimbulkan kebakaran lahan, karena masih banyak petani yang menerapkan *slash and burn*. Lahan gambut sangat mudah terbakar, apalagi jika kondisinya kering karena kandungan bahan organik tinggi dan sifatnya yang porous. Teknologi tanpa bakar dapat dilakukan dengan persiapan lahan secara manual maupun mekanik dan dilanjutkan dengan pemberian dekomposer untuk mendekomposisi gulma, kayu dan ranting-ranting sisa tanaman.

Penyiapan lahan selanjutnya adalah penataan lahan. Penataan lahan dapat dilakukan dengan membuat surjan untuk lahan yang tergenang, dan sistem tegalan dengan membuat guludan-guludan kecil untuk lahan yang tidak dipengaruhi oleh genangan (Gambar 6). Sistem surjan sudah lama dilakukan petani di lahan rawa yang sering tergenang. Surjan adalah sebuah sistem pertanian di lahan rawa yang memadukan antara sistem sawah dengan sistem tegalan. Penataan lahan sangat tergantung pada kondisi keragaman tipologi lahan dan tipe luapan. Berdasarkan tipologi lahan, luapan pasang surutnya air, dan jenis komoditas yang dikembangkan, maka bentuk atau model surjan dapat dipilih dalam tiga model, yaitu (1) model surjan dengan tambahan tukang, (2) model surjan tanpa tukang, dan (3) model surjan bertahap. Tinggi surjan bervariasi tergantung tinggi genangan di lahan. Pada lahan pasang surut tipologi D, penataan lahan dengan menerapkan sistem tegalan. Sistem tegalan penataan lahan yang dilakukan umumnya hanya membuat guludan yang tingginya berkisar antara 30–40cm (Widjaya Adhi, 1995)



Gambar 6. Model penataan lahan sistem surjan dengan tukang (1) dan guludan (2) di lahan gambut (Dok: M. Noor dan E. Maftuah)

Sistem surjan di lahan gambut bersifat multifungsi baik dalam perspektif ekologi, ekonomi, maupun budaya. Dalam perspektif ekologi, sistem surjan dimaksudkan untuk menyasiasi kondisi gambut yang sangat dipengaruhi oleh adanya pasang surut dan genangan dengan memanipulasi sumberdaya lahan, tanpa menimbulkan dampak negatif atau dampaknya minimal terhadap lingkungan. Perspektif ekonomi dalam kaitannya dengan pengembangan sumberdaya ekonomi, yaitu penggunaan pemanfaatan lahan dapat dioptimalkan melalui peningkatan intensitas pertanian dan atau diversifikasi komoditas. Kaitannya dengan budaya, sistem surjan sebetulnya merupakan hasil empirik petani dalam menghadapi kondisi rawa yang kemudian berkembang menjadi nilai-nilai adat-istiadat dan kearifan lokal. Sistem surjan juga banyak diterapkan oleh petani Malaysia, Thailand dan Vietnam dalam pemanfaatan lahan rawa untuk pertanian (Noor, 2004).

Ameliorasi

Amelioran atau “pembenah tanah” merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk memperbaiki lingkungan akar yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Ameliorasi berperan untuk memperbaiki kesuburan tanah gambut melalui peningkatan pH, meningkatkan ketersediaan hara, dan menurunkan kadar asam organik dan ion-ion toksis (Attiken *et al.*, 1998). Jumlah amelioran yang diberikan ke dalam tanah tergantung pada sifat tanah dan jenis tanaman yang dibudidayakan. Pada umumnya takaran amelioran yang diberikan lebih banyak dibanding dengan takaran pupuk. Sumber bahan amelioran dapat berupa bahan organik maupun anorganik antara lain; kompos, limbah ternak (pupuk kandang), kapur (dolomit, kalsit, gipsum), abu vulkanik, abu gambut, dan lumpur.

Bahan amelioran yang umum digunakan oleh petani untuk meningkatkan kesuburan tanah gambut adalah pupuk kandang dan abu (Gambar 7). Kelemahan pupuk kandang sebagai bahan amelioran adalah kemampuannya dalam menaikkan pH dan kandungan basa-basa terbatas, sehingga diperlukan dalam jumlah yang banyak. Kandungan unsur hara dalam pupuk kandang sapi padat/segar adalah N (1,53%), P (0,67%), K (0,70%) sedangkan kotoran ayam adalah N (1,50%), P (1,97%), K (0,68%) (Hartatik dan Widowati, 2006). Menurut Lingga (1991) kandungan hara pupuk kandang sapi adalah N (0,30%), P_2O_5 (0,20%), K_2O (0,20%) dan rasio C/N 20 – 25%, sedangkan pupuk kandang ayam adalah N (1,50%), P_2O_5 (1,30%), K_2O (0,80%) dan rasio C/N 9 -11.

Pemanfaatan abu sebagai bahan amelioran telah dilaksanakan petani dari awal pembukaan lahan gambut. Abu ini berasal dari sisa-sisa gulma dan tanaman yang kemudian dibakar disuatu tempat tertentu. Abu kaya akan unsur P, Ca, Mg dan K. Banyaknya kation basa dalam abu gambut dapat digunakan sebagai bahan penjerap P, sehingga dapat meningkatkan daya simpan P tanah. Namun dalam pemanfaatan abu ini perlu diwaspadai terutama dalam proses pembuatan abu yang sangat rentan terhadap kebakaran.

Sumber bahan amelioran yang lain berupa tanah mineral yang mengandung banyak sumber kation untuk menekan aktivitas asam-asam organik, sehingga kemasaman tanah menurun. Pemberian tanah mineral akan dapat memperkuat ikatan-ikatan kation dan anion sehingga unsur hara dari pupuk dapat dilindungi dari kehilangan. Dengan adanya ikatan antara koloid mineral dengan bahan gambut menyebabkan degradasi gambut dapat dihambat, sehingga gambut sebagai sumberdaya alam dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama. Amelioran yang mengandung kation polivalen (Fe, Al, Cu, dan Zn) seperti terak baja, tanah mineral atau lumpur sungai sangat efektif mengurangi dampak buruk asam fenolat (Sabiham dan Ismangun, 1997; Salampak, 1999; Masganti, 2003). Pemberian tanah mineral sulfat masam dapat menurunkan konsentrasi asam siringat, asam kumarat dan asam vanilat (Hartatik dan Suriadikarta, 2006). Penurunan asam-asam fenolat disebabkan interaksi antara kation Fe dalam tanah mineral sebagai jembatan kation dan asam-asam fenolat melalui proses polimerisasi. Penambahan kation polivalen seperti Fe dan Al akan menciptakan tapak jerapan bagi ion fosfat sehingga bisa mengurangi kehilangan hara P melalui pencucian (Rachim, 1995). Pemberian tanah mineral berkadar besi tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi (Salampak, 1999).



Gambar 7. Penggunaan amelioran untuk memperbaiki kesuburan tanah gambut
(Foto: E. Maftu'ah)

Kapur telah terbukti mampu meningkatkan pH tanah. Pengapuran dapat meningkatkan pH tanah gambut sampai kisaran 4,5–5,5. Pengapuran bertujuan untuk menurunkan tingkat kemasaman tanah, memperbaiki imbalan unsur hara sehingga unsur hara dapat diserap oleh tanaman (Brown *et al.*, 2007). Kapur memberikan pasokan OH⁻ ke dalam larutan tanah yang dengan H⁺ menjadi air menyebabkan kadar H⁺ berkurang dan meningkatkan pH tanah. Pemberian kapur dolomit menyumbangkan ion Ca²⁺ dan Mg²⁺, sehingga akan terbentuk kompleksasi dengan asam humat. Besarnya kompleksasi tersebut tergantung pada besarnya proton dalam larutan tanah (Jeong *et al.*, 2005). Kehati-hatian dalam pengapuran di lahan gambut sangat diperlukan. Pengapuran melebihi pH 5,5 dapat menyebabkan mempercepat dekomposisi dan mineralisasi gambut, sehingga kemungkinan untuk terjadi pelindian unsur hara hasil mineralisasi juga tinggi, serta dapat meningkatkan emisi karbon. Pemberian kapur dengan takaran 0,2% dari berat kering bahan gambut dapat meningkatkan daya menyimpan P bahan gambut sebesar 45% (Maas *et al.*, 1993). Suryanto (1994) melaporkan pengapuran dapat meningkatkan penyimpanan P dalam bahan gambut hingga 55%. Namun peningkatan takaran kapur tidak selalu meningkatkan kemampuan gambut menyimpan P. Pengapuran dengan takaran 0,75 kemasaman tertukar telah cukup efektif dalam meningkatkan kesuburan tanah gambut (Masganti, 2003).

Ameliorasi dapat menggunakan biochar yaitu arang dari bahan organik yang diperoleh dari proses pembakaran tidak sempurna (pirolisis). Pengaruh pemberian biochar ke dalam tanah gambut, tergantung pada kualitas biochar. Kualitas biochar antara lain ditentukan oleh kadar air, luas permukaan, ukuran pori, kandungan hara (Lehmann dan Joseph, 2009). Komposisi hara biochar berbeda-beda tergantung pada bahan baku yang digunakan. Pencampuran biochar dan pupuk kandang memberikan komposisi kimia yang berbeda, dibandingkan dengan sifat biochar. Peranan biochar antara lain memberikan tempat (habitat) bagi mikroorganisme tanah, dan dapat menyimpan hara dan air serta menjadikan lebih tersedia bagi tanaman (Lehmann dan Rondon, 2006; Rondon *et al.*, 2007).

Pemanfaatan bahan amelioran akan mempengaruhi kompleksasi dan disolusi unsur hara dalam bahan gambut. Mekanisme kompleksasi dan disolusi bahan amelioran dengan senyawa humat akan menentukan efektivitas dan efisiensi penggunaan bahan amelioran. Faktor lingkungan terutama pH tanah perlu mendapat perhatian dalam penentuan amelioran. Selain itu komposisi kimia dan kualitas amelioran akan sangat menentukan

efektivitasnya. Penggunaan jenis amelioran tertentu dimaksudkan untuk tujuan tertentu pula, tergantung pada masalah utama yang ingin diperbaiki. Pemilihan amelioran yang tepat menjadi salah satu kunci rehabilitasi lahan gambut terdegradasi. Waktu aplikasi dan takaran amelioran juga menentukan efektivitas dan efisiensi bahan amelioran yang diberikan.

Pemilihan jenis tanaman

Pemulihan lahan gambut tidak hanya menyangkut aspek hidrologi (tata air saja), namun juga upaya untuk memanfaatkan lahan gambut. Pemanfaatan lahan gambut tersebut selain untuk memperbaiki kondisi lahan, serta dapat mencegah kerusakan yang lebih parah, namun juga dapat mendukung perekonomian masyarakat. Revegetasi dapat efektif setelah aspek hidrologisnya tertata dengan baik. Pemilihan jenis tanaman akan sangat menentukan keberhasilan upaya pemulihan ekosistem gambut. Kegiatan revegetasi untuk pemulihan ekosistem gambut juga sangat terkait dengan zonasi, secara teknik dapat diterapkan, secara ekonomi menguntungkan, secara sosial budaya dapat diterima masyarakat serta ramah lingkungan.

Jenis tanaman yang digunakan untuk revegetasi juga sangat tergantung pada kawasan yang akan direstorasi. Pada kawasan konservasi, revegetasi menggunakan jenis tanaman hutan yang bertujuan untuk memperkaya plasma nutfah. Pada kawasan budidaya dapat menggunakan tanaman tahunan dan semusim yang adaptif. Jenis-jenis vegetasi pada ekosistem lahan gambut dapat diklasifikasikan berdasarkan pemanfaatannya, yaitu untuk pangan, bahan obat, pakan ternak, ornamen, media pertumbuhan, bioenergi, dan bahan material untuk industri. Tata dan Susmianto (2016) menyebutkan bahwa vegetasi yang dapat toleran pada ekosistem lahan gambut dapat diklasifikasikan berdasarkan pada manfaat dari hasil yang dapat diperoleh. Jenis-jenis vegetasi yang termasuk dalam berbagai kelompok manfaat dan hasil diperlihatkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis vegetasi untuk revegetasi lahan gambut berdasarkan fungsinya (Modifikasi dari:KLHK, 2015; Tata dan Susmianto, 2016)

No.	Fungsi	Jenis
1.	Penghasil pangan (karbohidrat, buah, bumbu, sayur, minyak nabati)	Sagu (<i>Metroxylon spp.</i>), Asam Kandis (<i>Garcinia xanthochymus</i>), Kerantungan (<i>Durio oxleyanus</i>), Pepaken (<i>Durio kutejensis</i>), Mangga Kasturi (<i>Mangifera casturi</i>), Mangga Kueni (<i>Mangifera odorata</i>), Rambutan (<i>Nephelium spp.</i>), Nipah (<i>Nypa fruticans</i>), Kelakai (<i>Stenochlaena palustris</i>), dan Tengkawang (<i>Shorea stenoptera</i> , <i>S. macrophylla</i>); padi (<i>Oryza sativa</i>), aneka palawija, kopi liberica(<i>Coffea liberica</i>), Nanas madu (<i>Ananas comusus Merr</i>), Lidah Buaya (<i>Aloe vera</i>)
2.	Penghasil serat (bahan baku pulp dan kertas)	Geronggang (<i>Cratoxylum arborescens</i>), Terentang (<i>Camposperma auriculatum</i>), dan Gelam (<i>Melaleuca cajuputi</i>)
3.	Sumber bio-energi	Gelam (<i>Malaleuca cajuputi</i>), Sagu (<i>Metroxylon sago</i>), dan Nipah (<i>Nypa fruticans</i>);
4.	Sumber obat-obatan:	Akar kuning (<i>Coscinium fenestratum</i>), dan Pulai (<i>Alstonia pneumatophora</i>), jahe (<i>Zingiber officinale</i>), Laos (<i>Alpinia galaga</i>)
5.	Penghasil getah/lateks	Jelutung (<i>Dyera polyphylla</i>), Nyatoh (<i>Palaquium leiocarpum</i>), dan Sundi (<i>Payena spp.</i> , <i>Madhuca spp.</i>)
6.	Hasil hutan	Gaharu (<i>Aquilaria sp.</i>), Gemor (<i>Alseodaphne sp.</i>), Purun tikus (<i>Elaeocharis dulcis</i>), dan Rotan (<i>Calamus trachycoleus</i>);
7.	Vegetasi bernilai konservasi	Ramin (<i>Gonystylus bancanus</i>), dan Meranti merah (<i>Shorea macrantha</i> , <i>Shorea balangeran</i>).

Keberhasilan pengembangan jenis tanaman di lahan gambut akan sangat tergantung pada kondisi lahan. Beberapa alternatif jenis tanaman yang dapat dikembangkan pada lahan gambut sesuai kondisi lahan tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kondisi areal dan alternatif jenis tanaman di lahan gambut (Modifikasi dari: KLHK, 2015)

No.	Kondisi lahan	Alternatif jenis tanaman
1.	Areal bekas terbakar ringan/sedang, bekas tebang habis, dan areal terbuka (vegetasi jarang)	• Jelutung rawa (<i>Dyera polyphylla</i>) • Perepat (<i>Combretocarpus rotundatus</i>) • Belangiran (<i>Shorea belangeran</i>) • Pulau rawa (<i>Alstonia pneumatophora</i>) • Rengas manuk (<i>Syaggium sp</i>) • Terentang (<i>Campnosperma coriacea</i>) • Jenis Palawija • Jenis Sayuran • Padi • Nanas (<i>Ananas comusus</i> Merr), • Lidah Buaya (<i>Aloe vera</i>)
2.	Areal bekas terbakar yang telah mengalami suksesi, areal bekas tebang pilih, areal penutupan sedang	• Meranti rawa (<i>Shorea pauciflora</i>, <i>Shorea tysmanniana</i>, <i>Shorea uliginosa</i>) • Merapat (<i>Combretocarpus rotundatus</i>) • Durian (<i>Durio carinatus</i>) • Ramin (<i>Gonystylus bancanus</i>) • Kempas (<i>Koompassia malaccensis</i>) • Resak (<i>Vatica rassak</i>) • Kapur Naga (<i>Calophyllum macrocarpum</i>) • Nyatoh (<i>Palaquium spp.</i>) • Bintangur (<i>Calaphyllum Hosei</i>)
3.	Areal bekas tebang selektif , yang masih banyak dijumpai pohon, areal penutupan vegetasi masih tinggi	• Meranti rawa (<i>Shorea pauciflora</i>, • <i>Shorea tysmanniana</i>, <i>Shorea uliginosa</i>) • Ramin (<i>Gonystylus bancanus</i>) • Punak (<i>Tetramerista glabra</i>) • Balam (<i>Palaquium rostratum</i>) • Kempas (<i>Koompassia malaccensis</i>) • Rotan (<i>Calamus spp</i>) • Gemor (<i>Nothaphaebe Cariacea</i>)

a. Sistem Agroforestri

Salah satu alternatif pemulihan lahan gambut terdegradasi melalui sistem Agroforestri. Agroforestri merupakan suatu pola tanam yang menggunakan kombinasi komponen pohon dengan tanaman semusim, dan/atau dengan kegiatan peternakan/perikanan. Menurut Lanjie (2001) agroforestri didefinisikan sebagai suatu metode penggunaan lahan secara optimal yang mengkombinasikan sistem-sistem produksi biologis yang berotasi pendek dan panjang (suatu kombinasi produksi kehutanan dan

produksi biologis lainnya) dengan suatu cara berdasarkan asas kelestarian, secara bersamaan atau berurutan, dalam kawasan hutan atau di luarnya dengan tujuan untuk mencapai kesejahteraan rakyat. Sistem agroforestri dapat diterapkan pada pembangunan hutan melalui pola campuran tanaman pokok kehutanan dan tanaman semusim yang dilakukan pada lahan gambut milik masyarakat maupun kawasan hutan produksi.

Konsep agroforestri telah lama muncul yang dilatarbelakangi oleh belum dimanfaatkannya secara optimal kawasan hutan di negara berkembang dan terdapat banyak kegiatan yang mengarah pada perusakan lingkungan. Kecenderungan perusakan lingkungan ini perlu dicegah dengan cara pengelolaan lahan yang dapat mengawetkan lingkungan fisik secara efektif dan sekaligus dapat memenuhi kebutuhan pangan, papan dan sandang bagi masyarakat sekitar hutan. Keberhasilan dari sistem agroforestri sangat tergantung dari pengelolaan pohon yang dapat menekan pengaruh yang merugikan dan memaksimalkan pengaruh yang menguntungkan baik secara fisik, ekonomi, sosial maupun lingkungan. Interaksi pohon-tanah-tanaman tergantung pada pertumbuhan dan bentuk spesifik dari pohon, baik pada bagian tajuk maupun akar tanaman (Harun, 2014). Selain itu, jenis tanaman dibawah tegakan yang mampu mendukung perbaikan kondisi fisik, ekonomi, sosial maupun lingkungan perlu diperhatikan. Keuntungan sistem agroforestri antara lain; optimalisasi lahan, diversifikasi tanaman, mengurangi resiko kegagalan, juga dapat mencegah persiapan lahan untuk tanaman semusim tanpa bakar, dan meningkatkan stok karbon.

Sistem agroforestri ini sesuai untuk pemulihan lahan gambut secara ekologi dan ekonomi. Sistem agroforestri dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya lokal yang ada, yaitu dengan mengombinasikan berbagai macam komponen sistem usahatani (tanaman, hewan, tanah, air, iklim, dan manusia) sehingga saling melengkapi dan memberikan efek sinergi yang paling besar. Sistem Agroforestri menggunakan input luar dalam jumlah yang sedikit, hanya diperlukan untuk melengkapi unsur-unsur yang kurang dalam ekosistem dan meningkatkan sumberdaya biologi, fisik, dan manusia; pemanfaatan input luar memberikan perhatian utama pada upaya memaksimalkan daur ulang dan meminimalkan kerusakan lingkungan. Kombinasi tanaman pohon dan semusim dapat menjaga produksi sehingga kelangsungan pendapatan usahatani lebih terjamin.



Gambar 8. Sistem agroforestri jelutung + cabai dan karet + nanas di lahan gambut terdegradasi (Foto: R. Rahmad; E. Maftuah)

Jenis tanaman pokok pada sistem agroforestri dapat dipilih jenis MPTS (*Multiple Purpose Tree Species*) seperti sengon (*Paraserianthes falcataria*), jelutung (*Dyera lowii*), pulai (*Alstonia pneumatophora*), sukun (*Artocarpus* sp) atau tanaman kehutanan yang lain, dengan tanaman semusim pertanian yang cocok untuk lahan gambut seperti lidah buaya (*Aloe vera*), nanas (*Ananas comusus*), tanaman obat-obatan, dan tanaman pangan lain yang sesuai di lahan gambut.

Penutup

Degradasi lahan gambut antara lain disebabkan oleh pengelolaan lahan melalui pembukaan lahan dan pembuatan saluran drainase yang tidak sesuai kawasan hidrologis gambut. Degradasi lahan gambut berdampak terhadap penurunan fungsi lahan gambut, terutama fungsi lingkungan yaitu; menurunnya cadangan air, mudahnya gambut terbakar, meningkatnya emisi GRK, menurunnya cadangan karbon, menurunnya keanekaragaman biodiversitas baik flora, fauna maupun mikroorganisme tanah di lahan gambut.

Pemulihan lahan rawa gambut dari degradasi lahan diperlukan untuk menghindari kerusakan lahan lebih lanjut. Upaya pemulihan ekosistem gambut diperlukan untuk memperbaiki kondisi gambut agar berfungsi baik sebagai media tumbuh tanaman, maupun fungsi lingkungan dapat dikembalikan atau paling tidak diperbaiki kondisinya. Pemulihan ekosistem lahan gambut adalah aktivitas yang dilakukan untuk mengembalikan sifat dan fungsi ekosistem gambut sesuai sifat dan fungsi semula, baik melalui remediasi, restorasi maupun rehabilitasi.

Remediasi diperlukan untuk mendukung fungsi lahan gambut sebagai sumberdaya yang dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh tanaman untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar. Restorasi ekosistem gambut

bertujuan untuk mengembalikan fungsi hidrologis dan ekologis gambut maupun meningkatkan produktivitasnya sehingga fungsi ekosistem gambut dapat pulih kembali, sedangkan konservasi ekosistem gambut bertujuan untuk melindungi kawasan gambut agar tetap berfungsi sebagaimana mestinya.

Wilayah gambut yang harus dikonservasi adalah lahan gambut dengan ketebalan > 3 m dan kubah gambut, sedangkan kawasan gambut dengan ketebalan < 3 m dapat dimanfaatkan dengan pengelolaan berbasis kawasan hidrologis gambut. Teknologi rehabilitasi lahan gambut dimaksudkan untuk mempercepat upaya pemulihan lahan gambut yang terdegradasi, agar lahan gambut dapat kembali berfungsi secara ekologi dan sosial ekonomi. Teknologi rehabilitasi lahan gambut terdegradasi meliputi pengelolaan air, pembukaan lahan, ameliorasi, pemilihan jenis tanaman dan sistem agroforestri.

Daftar Pustaka

- Agus, F., dan I.G. M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor, Indonesia. 36 hal.
- Agus, F., Wahyunto, H. Sosiawan, I.G.M. Subiksa, P. Setyanto, A. Dariah, Maswa, N.L. Nurida, Mamat, I. Las, 2014. Pengelolaan berkelanjutan lahan gambut terdegradasi: Trade-off keuntungan ekonomi dan aspek lingkungan. Hal. 1-23. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi Emisi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi. Dalam; A. Wiharjaka, E. Maftuah, Salwati, Husnai, F. Agus (eds) . Prosiding Seminar Nasional. BBSDLP. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Alwi, M., S. Saragih, dan Y. Lestari. 2004. Komponen teknologi pengelolaan lahan terpadu untuk meningkatkan produktivitas dan konservasi lahan gambut. 52 hal. Dalam. Laporan Akhir TA 2004. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru.
- Antonius, 2016. Upaya konservasi ekosistem hutan rawa gambut. PIPER 23(12):136-146.
- Ambak, K., and L. Melling. 2000. Management practices for sustainable cultivation of crop plants on tropical peatlands. 119-134p . in Proc. of The International Symposium on Tropical Peatlands 22-23 November 1999. Bogor-Indonesia,.
- Attiken, W. P., P. W. Moody and T. Dickson, 1998. Field amelioration of acid soil in south – east Queensland. I. Effect of amendements on soil properties Australian. J. Agric. Res. 49 (4):627– 638.
- Brown, T.T., R.T. Koenig, D.R. Huggins, J.B. Harsh, and R.E. Rossi, 2007. Lime effect on soil acidity, crop yield, and aluminium chemistry in direct-seeded cropping system. Soil Sci. Soc. Am. J. 72:634-640.

- Carlson, K.M., L. K. Goodman, and C.M. Tobin. 2015. Modeling relationships between water table dept and peat soil carbon loss in Southeast Asian Plantations. *Environ. Res.Lett.* 10:074006
- Chorover, J., M.K. Amistadi, W.D. Burgos, and P.G. Hatcher, 1999. Quinoline sorption on kaolinite-humic acid complexes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:850–857.
- Couwenberg, J. 2009. Methane emissions from peat soils (organic soils, histosols). Facts, MRV-ability, emission factors. Greifswald University Wetlands International, Nedherland. 14p
- Couwenberg, J., R. Dommain, and H. Joosten, 2010. Greenhouse gas fluxes from tropical peatlands in south-east Asia. *Global Change Biology* 16:1715-1732.
- Cruz, R. V., H. Harasawa, M. Lal, S. Wu, Y. Anokhin, B. Punsalma, Y. Honda, M. Jafar, C. Li, and N. H. Ninh. 2007. Asia. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Parry M L, Canziani O F, Palutikof J P, van der Linden P J and Hanson C E (eds.). Cambridge University Press. Cambridge, UK. pp. 469–506.
- Dommain, R., J. Couwenberg, and H. Joosten, 2010. Hydrological self-regulation of domed peatlands in south-east Asia and consequences for conservation and restoration. *Mires and Peat* 6:1-17.
- Fitriati, U., Rusliansyah, dan M. A. Ma'ruf. 2017. Canal blocking to maintain groundwater level at peatland Central Kalimantan. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.* 7(4):111-117.
- Hartatik, W. dan L.R. Widowati, 2006. Pupuk Kandang. Dalam *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Hal 59-82. Dalam R.D.M. Simanungkalit, D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini dan W. Hartatik (eds). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Hartatik, W. dan Suriadikarta, D.A. 2006. Teknologi pengelolaan hara lahan gambut. p. 151-180. Dalam Suriadikarta, D.A., Undang K., Mamat H.S., Hartatik, W. dan Setyorini, D (eds). *Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Harun, M.K. 2014. *Agroforestri Berbasis Jelutung Rawa.Solusi Sosial, Ekonomi, dan Lingkungan Pengelolaan Lahan Gambut*. Forda Press. 254 hal.
- Hatano, R., M. Tomoaki, D. Untung, S.H. Limin and A. Syaiful. 2004. Impact of agriculture and wild fire on CO₂, CH₄, N₂O emissions from tropical peat soil in Central Kalimantan, Indonesia. Necessity of establishment of inventory on carbon cyclings in Tropical peat land ecosystem for sustainable agroproduction and environmental conservation. Report No 13574012. Field Science Center for Northern Biosphere Hokkaido University. Sapporo. Pp 11-14.

- Hooijer, A., S. Page, J. Jauhiainen, W.A. Lee, X.X. Lu, A. Idris, and G. Anshari, 2012. Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands. *Biogeosciences* 9, 1053–1071.
- Husen E, S Salma and F Agus. 2013. Peat emission control by groundwater management and soil amendments: evidence from laboratory experiments. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 1381: 1-9.
- IPCC 2014, 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland. 70p.
- Jauhiainen, J., A. Hooijer, and S. Page, 2012. Carbon dioxide emissions from an Acacia plantation on peatland in Sumatra, Indonesia. *Biogeosciences* 9:617–630.
- Jeong, C.Y., C.W. Park, J.G. Kim, and S.K. Lim, 2005. Carboxylic content of humic acid determined by modeling, calcium acetate, and precipitation methods. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71:86-94.
- Jauhinen, J., S. Limin, H. Silvennoinen, and H. Vasander, 2008. Carbon dioxide and methane fluxes in drained tropical peat before and after hydrological restoration. *Ecology*: 89(35):03-14.
- KLHK, 2015. Pedomam Pemulihan Ekosistem Gambut. KLHK. Jakarta. 39 hal.
- Lahjie, A.M. 2001. Teknik Agroforestri. Penerbit UPN “Veteran Jakarta” (Grafika-UPNVJ). Jakarta. 329 hal.
- Lehmann, J., and M. Rondon. 2006. ‘Bio-char soil management on highly-weathered soils in the humid tropics’, 517-530p. in Norman Uphoff, Andrew S. Ball, Erick Fernandes, Hans Herren, Olivier Husson, Mark Laing, Cheryl Palm, Jules Pretty, Pedro Sanchez, Nteranya Sanginga, Janice Thies (ed.), *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*, Boca Raton, CRC Press,
- Lehmann, J., and S. Joseph. 2009. Biochar for Environmental Management. First published by Earthscan in the UK and USA. 416p
- Lingga, P. 1991. Jenis Kandungan Hara pada Beberapa Kotoran Ternak. Pusat Penelitian Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S). ANTANAN. Bogor. 210-217 hal.
- Maas, A. 1993. Perbaikan kualitas gambut dan sematan Fosfat. Dalam : *Prosiding Seminar Nasional Gambut II*. Tri Utomo, S dkk., (Eds). HGI-BPPT Jakarta 13 – 14 Januari 1993.
- Maas, A. 2012. Peluang dan konsekuensi pemanfaatan lahan gambut masa mendatang.
- Kata Pengantar. Hlm. xvii-xxiii. Dalam M. Noor et al. (Eds.). *Lahan Gambut : Pemanfaatan dan Pengembangannya untuk Pertanian*. Kanisius. Yogyakarta.
- Maas, A. 2016. Pengembangan EWS Berbasis Multi Parameter. Diskusi Aplikasi SESAME dalam Pencegahan Kebakaran Lahan. Sentul 15 April 2016.

- Mario, M.D. 2002. Peningkatan Produktivitas dan Stabilitas Tanah Gambut dengan Pemberian Tanah Mineral yang Diperkaya oleh Bahan Berkadar Besi Tinggi. Disertasi Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 120 hal.
- Masganti, 2003. Kajian Upaya Meningkatkan Daya Penyediaan Fosfat Dalam Gambut Oligotrofik. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 350 hal.
- Masganti. 2012. Sample preparation for peat material analysis. Hlm:179-184. Dalam Husein et al. (Eds.). Prosiding Workshop on Sustainable Management Lowland for Rice Production.
- Masganti, Wahyunto, A. Dariah, Nurhayati, dan Rachmiwati. 2014. Karakteristik dan potensi pemanfaatan lahan gambut terdegradasi di Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 8(1):47-54.
- Masganti, M. Alwi, dan Nurhayati. 2015. Pengelolaan air untuk budidaya pertanian di lahan gambut: kasus Riau. . Halaman:62-87. Dalam Noor, M. et al. (Eds.). *Pengelolaan Air di Lahan Rawa Pasang Surut: Optimasi Lahan Mendukung Swasembada Pangan*. IAARD Press, Badan Litbang, Jakarta
- Miettinen, J., A. Hooijer, C. Shi, D. Tollenaar, R. Vernimmen, S.C. Liew, C. Malins and S.E. Page. 2012. Extent of industrial plantations on Southeast Asian peatlands in 2010 with analysis of historical expansion and future projections. *GCB Bioenergy* 4:908–918.
- Noor, M. 2004. Lahan Rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 241 hlm.
- Notohadiprawiro, T., 1997. Etika Pengembangan Lahan Gambut untuk Pengembangan Pertanian Tanaman Pangan. Lokakarya Pengelolaan Lingkungan dalam Pengembangan Lahan Gambut. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL). Palangkaraya, 18 Juni 1997.
- Nurzakiah, S. Nurita, and D. Nursyamsi, 2006. Water management “tabat system” in carbon dioxide mitigation and vulnerability to fire on peatland. *J. Trop. Soils* 21(1):41-47.
- Page, S.E., F. Siegert, J.O., Rieley, H. D. V. Boehm, A. Jaya, and S.H. Limin, 2002, The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420:61-65.
- Rachim, A. 1995. Penggunaan Kation-kation Polivalen dalam Kaitannya dengan Ketersediaan Fosfat untuk Meningkatkan Produksi Jagung pada Tanah Gambut. Disertasi. Program Pascasarjana IPB. Bogor. 268 hal.
- Ritung, S., Wahyunto, Nugroho, K., Sukarman, Hikmatullah, Suparto, dan C. Tafakresnanto, 2011. Peta Lahan Gambut Indonesia Skala 1:250 000 (Indonesian peatland map at the scale 1:250 000) Bogor, Indonesia
- Rondon, M.,J. Lehmann, J. Ramirez, M. Hurtado, 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with biochar additions. *Biol Fert Soils* 43:699–708.

- Salampak. 1999. Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi". Disertasi. Program Pascasarjana, IPB.Bogor.171 hlm.
- Sarwani M. Noor M, Maamun MY. 1994. Pengelolaan Air dan Produktivitas Lahan Rawa Pasang Surut: Pengalaman dari Kalimantan Selatan dan Tengah. Balittan. Banjarbaru, Hal xi-xv
- Silvius, M.J., M. Oneka, and A.Verhagen, 2000. Wetlands: Lifeline for people at the edge. *Phys. Chem. Earth* 25:645-652.
- Simbolon,H. 2004. Proses awal pemulihan hutan gambut Kelampangan-Kalimantan Tengah pasca kebakaran hutan Desember 1997 dan September 2002.*Berita Biologi*7(3): 145-154
- Subiksa, IGM., I.G.P Wigena, D. Setyorini, Salwati, Nurhayati, T. Sugiarti dan A. Firmansyah, 2014. Respon tanaman karena pengaruh ameliorasi tanah di lahan gambut: sintesis dari empat lokasi penelitian. Hal 25-44. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi Emisi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi*. Dalam; A. Wiharjaka, E. Maftuah, Salwati, Husnai, F. Agus (eds) . *Prosiding Seminar Nasional*. BBSDLP. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Subagyono, K. I.W. Suastika dan E. E, Ananto, 1999. Penataan lahan dan air mikro pengembangan SUP lahan pasang surut Sumatera Selatan. P2SLPS2. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.24 hal.
- Sabiham S. dan Ismangun,M. 1997. Potensi dan Kendala Pengembangan Lahan Gambut untuk Pertanian. *Prosiding Simposium Nasional dan Konggres V PERAGI*. Jakarta, 25 - 27 Januari 1996
- Suryanto. 1994.Improvement of the P Nutrient Status of Tropical Ombrogenous Peat Soils from Pontianak, West Kalimantan, Indonesia. *Phd Thesis*. Universiteit Gent. 216 halaman.
- Sitepu, B. S. 2016. Regenerasi alami pada areal restorasi lahan gambut di Taman Nasional Sebangau, Kalimantan Tengah.*Prosiding Seminar Nasional II Tahun 2016*,
- Kerjasama Prodi Pendidikan Biologi FKIP dengan Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSLK) Universitas Muhammadiyah Malang. 588-594 hal.
- Tata, M.H.L., dan S. Pradjadinata, 2013. Regenerasi alami hutan rawa gambut terbakar dan lahan gambut terbakar di Tumbang Nusa, Kalimantan Tengah dan implikasinya terhadap konservasi. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alami*. 10(3):327-342.
- Tata H. L. dan A. Susmianto. 2016. Prospek Paludikultur Ekosistem Gambut Indonesia. *FORDA PRESS*. Bogor. 94 hlm.
- Tim Perumus SemNas, 2014. Pengelolaan berkelanjutan lahan gambut terdegradasi untuk mitigasi emisi GRK dan peningkatan nilai ekonomi. *Badan Litbang Pertanian*. Jakarta 18-19 Agustus 2014.

- Utami, S.N.H., A. Maas, B. Radjagukguk, dan B.H. Purwanto. 2009. Sifat fisik, kimia dan FTIR Spektrofotometri gambut hidrofobik Kalimantan Tengah. *J. Tanah Trop.* 14 (2):159-166.
- Wahyunto, S. Ritung, and H. Subagyo, 2003. Map of Peatland Distribution Area and Carbon Content in Sumatera 1990–2002, Wetlands International-Indonesia Programme & Wildlife Habitat Canada. 15p
- Wahyunto, S. Ritung, Suparto dan H. Subagyo. 2005. Sebaran dan kandungan karbon lahan gambut di Sumatera dan Kalimantan, Wetand International Indonesia Program. 254 hal
- Wahyunto, K. Nugroho, S. Ritung dan Y. Sulaiman. 2014. Indonesian peatland maps; methods, certainty and uses. Halaman Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi untuk Mitigasi Emisi GRK dan Peningkatan Nilai Ekonomi. Dalam; A. Wiharjaka, E. Maftuah, Salwati, Husnai, F. Agus (eds) . Prosiding Seminar Nasional. BBSDLP Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. 353 halaman.
- Wibisono, I.T.C., T. Silber, I. R. Lubis, N. Suryadiputra, M. Silvius, S. Tol and H. Joosten. 2011. Lahan Gambut dalam National REDD+ Strategy Indonesia. *Wetlands International*. 31 hal.
- Wijaya Adhi, I.P.G., K. Nugroho, D. Ardi S., A. S. Karama. 1992. Sumber daya lahan rawa: potensi, keterbatasan dan pemanfaatan. Dalam : Sutjipto, P. dan Mahyudin Syam. (eds). *Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak*. Risalah Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Bogor, 3-4 Maret 1992. p. 176-188.
- Widjaya Adhi, I.P.G. 1995. Potensi, peluang, dan kendala perluasan areal pertanian di lahan rawa. Makalah Seminar Pengembangan Lahan Pertanian di Kawasan Timur Indonesia. Puspitek. Serpong.
- Yule, C. M., L. N. Gomez. (2009). Leaf litter decomposition in a tropical peat swamp forest in Peninsular Malaysia. *Ecology and Management* 17:231–241

LAHAN RAWA PASANG SURUT SULFAT MASAM TERDEGRADASI DAN UPAYA PEMULIHANNYA

Muhammad Alwi dan Linda Indrayati

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
Jln. Kebun Karet P.O.Box 31, Loktabat Utara,
Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70712
(Alwi_62@yahoo.co.id)

Ringkasan

Lahan rawa pasang surut di Indonesia memiliki peranan semakin penting dan strategis bagi pengembangan pertanian terutama mendukung ketahanan pangan nasional. Hal ini disebabkan oleh potensi luas lahan, produktivitas lahan, dan teknologi pengelolaannya sudah tersedia. Luas lahan rawa pasang surut yang berpotensi untuk dijadikan lahan pertanian khususnya tanaman padi masih tersedia cukup luas. Berbagai kendala yang dihadapi dalam usahatani di lahan rawa pasang surut antara lain: (1) tingkat kesuburan lahan rendah, (2) infrastruktur yang masih belum berfungsi secara optimal, (3) tingkat pendidikan petani masih rendah, (4) indeks pertanaman masih rendah, dan (5) serangan organisme pengganggu tergolong tinggi. Ke depan kontribusi lahan rawa pasang surut terhadap produksi pertanian akan semakin besar mengingat: (1) lahan yang dapat dijadikan lahan usaha tani masih luas, dan (2) peningkatan produktivitas lahan melalui teknologi perbaikan pengelolaan usaha tani masih berpeluang. Lahan rawa pasang surut umumnya selalu mengalami proses degradasi dengan intensitas yang berbeda, tergantung pada perlakuan manusia dan faktor alam. Proses yang destruktif ini mengakibatkan penurunan kualitas tanah dan tingkat produktivitas lahan. Apabila dibiarkan, maka produktivitas lahan akan menurun, sehingga mencapai tingkat yang tidak produktif. Pengelolaan lahan rawa pasang surut yang salah dapat mengakibatkan perubahan karakteristik tanah dan penurunan produktivitasnya. Pada beberapa kasus, lahan rawa pasang surut yang telah mengalami degradasi berat, biasanya sangat sulit direhabilitasi karena memerlukan waktu lama dan biaya tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pencegahan melalui penerapan tindakan konservasi tanah dan air yang seharusnya merupakan bagian dari usaha budidaya pertanian, sehingga tingkat produktivitas lahan untuk usaha tani dapat ditingkatkan. Berbagai upaya pemulihan lahan sulfat masam terdegradasi telah dilakukan antara lain melalui: (1) pelindian, (2) penggenangan dan pengeringan, dan (3) ameliorasi dan pemupukan. Semua upaya ini dilakukan untuk membuang asam dan ion-ion seperti Fe-bebas, SO_4^{2-} , Al^{3+} dan Mn^{2+} yang berada pada tingkat meracun bagi tanaman.

Pendahuluan

Pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut semakin penting dan strategis dalam kaitannya dengan perkembangan penduduk, industri, dan berkurangnya lahan subur karena berbagai penggunaan non pertanian. Potensi lahan pasang surut di Indonesia sekitar 20,12 juta hektar, yang terdiri dari 2,07 juta hektar lahan potensial, 6,72 juta hektar lahan sulfat masam, 10,89 juta hektar lahan gambut, dan 0,44 juta hektar lahan salin (Nugroho *et al.*, 1992). Lahan pasang surut yang berpotensi untuk dijadikan areal pertanian sekitar 9,53 juta hektar, yang sudah direklamasi sampai tahun 2000 baru sekitar 4,186 juta hektar (Alihamsyah, 2002), sisanya masih merupakan lahan yang belum dimanfaatkan.

Karakteristik mineralogi tanah sulfat masam penting diketahui karena komposisi bahan kimianya memegang peranan penting dalam mengendalikan perilaku ion-ion dalam larutan tanah. Mulyanto *et al.* (1999) mengemukakan bahwa hasil analisis mineral liat dari semua contoh tanah sulfat masam yang diperlakukan dengan penjenhuan K^+ serta Mg^{2+} dan Mg^{2+} ditambah glycol menunjukkan bahwa tanah sulfat masam mengandung mineral kaolinit, mika, mineral liat campuran mika-smektit, mika-vermikulit, smektit-kaolinit dan smektit. Dent (1986) menyatakan bahwa selain mineral-mineral di atas, dijumpai juga mineral kuarsa dan markasit. Mineral markasit (FeS_2) merupakan isotipe dari mineral pirit yang terbentuk sehubungan dengan lingkungan air payau.

Reaksi oksidasi pirit merupakan penyebab utama munculnya permasalahan di tanah sulfat masam. Menurut Mensvoort dan Dent (1998) proses reduksi pada tanah sulfat masam akan menghasilkan $Fe^{2+}_{(aq)}$ dan $H_2S_{(aq,g)}$. Reduksi besi (Fe III menjadi Fe II) terjadi pada potensial redoks (Eh) -180 mV yang menyebabkan pH menjadi 7, dan reduksi sulfat ($SO_4^{2-}_{(aq)}$ menjadi $H_2S_{(aq,g)}$) terjadi pada Eh -220 mV yang juga menyebabkan pH naik mencapai 7. Pirit adalah bentuk umum dan sangat stabil yang merupakan produk akhir dari reduksi sulfat. Apabila pirit teroksidasi akan dihasilkan $Fe(OH)_3(s)$, $SO_4^{2-}_{(aq)}$, dan $H^+_{(aq)}$. Oksidasi pirit secara kimia akan berlangsung lambat, tetapi reaksi yang dimediasi oleh bakteri pengoksidasi besi, khususnya *Thiobacillus ferrooxidans* menjadikan kondisi optimum untuk oksidasi pirit dengan konsentrasi oksigen >0,01 fraksi mol (1%), temperatur 5-55 °C (optimal 30 °C), dan pH 1,5-5,0 (optimal 3,2).

Hasil oksidasi pirit adalah mineral berwarna kuning yang dikenal sebagai jarosit yang mengendap. Keberadaan mineral ini umumnya pada kondisi oksidasi kuat ($E_h > +400$ mV) dan menyebabkan kondisi tanah menjadi sangat masam ($pH < 3,7$). Pada pH lebih tinggi, jarosit terhidrolisis menjadi goetit ($FeO.OH_{(s)}$), $H^+_{(aq)}$, dan $SO_4^{2-}_{(aq)}$. Menurut Breemen (1993) pada pH sangat rendah (< 4) kelarutan Al^{3+} cukup tinggi menyebabkan cukup besarnya mobilitas Al^{3+} dalam tanah.

Secara alami tanah sulfat masam dalam keadaan tergenang, namun masih terjadi oksidasi. Reklamasi lahan pasang surut bertanah sulfat masam untuk pertanian umumnya dimulai dengan pembuatan saluran drainase. Drainase berlebih dapat mempercepat proses oksidasi, oleh karena itu upaya pengelolaan tanah dan air di tanah sulfat masam lebih difokuskan pada upaya mempertahankan lapisan pirit tetap dalam kondisi reduksi (Multilaksono *et al.*, 2001). Jika terjadi oksidasi, maka air drainase pada tanah sulfat masam akan membawa unsur hara Ca^{2+} , Mg^{2+} dan K^+ serta hasil oksidasi dan reduksi seperti H^+ , SO_4^{2-} , dan Fe^{2+} dimana kondisi ini dapat mencemari lingkungan sekitarnya (Rachim *et al.*, 2000).

Pelindian, pengeringan dan pembasahan pada tanah sulfat masam merupakan upaya untuk membuang asam dan ion-ion seperti Fe-bebas, SO_4^{2-} , Al^{3+} , dan Mn^{2+} yang berada pada tingkat meracun bagi tanaman. Subagyo *et al.* (1994) menyatakan bahwa pelindian tidak hanya mengurangi kemasaman, tetapi berdampak pada terlindinya basa-basa seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang diperlukan untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Keadaan ini terbukti dari kandungan Ca^{2+} dan Mg^{2+} di dalam tanah pada lahan yang dilindi lebih rendah dari pada lahan yang digenangi.

Tulisan ini bertujuan untuk memaparkan kepada pengguna bahwa pemanfaatan tanah sulfat masam sebagai lahan pertanian harus hati-hati. Kesalahan dalam pengelolaan akan mengakibatkan tanah ini berubah menjadi tanah bongkor dan untuk memperbaikinya kembali sebagai lahan pertanian produktif memerlukan waktu lama dan biaya mahal.

Lahan Rawa Pasang Surut Sulfat Masam

Pembukaan lahan dan potensinya

Pembukaan lahan rawa pasang surut dilakukan berkaitan dengan program transmigrasi yang dimulai tahun 1969 melalui Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut (P4S). Pemanfaatan lahan pasang surut untuk

pertanian merupakan pilihan yang strategis untuk mengimbangi penciptaan lahan produktif akibat alih fungsi ke sektor nonpertanian. Ananto *et al.* (1998) menyatakan bahwa pengembangan lahan rawa pasang surut memerlukan perencanaan, pengelolaan dan pemanfaatan yang tepat serta penerapan teknologi yang sesuai, terutama pengelolaan tanah dan air. Melalui upaya seperti itu, diharapkan lahan rawa pasang surut dapat menjadi lahan pertanian yang produktif, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Pengembangan lahan rawa pasang surut dimulai dari P4S tahun 1970-an dan dilanjutkan dengan proyek Swamp I, Swamp II, kerja sama dengan Belanda (LAWOO) tahun 1980-an, Proyek Penelitian Pengembangan Lahan Rawa Terpadu (ISDP) dan Proyek Pertanian PLG tahun 1990-an, telah menghasilkan berbagai teknologi pengelolaan lahan (Ananto *et al.*, 2000). Teknologi itu antara lain adalah pengelolaan tanah, tata air mikro, ameliorasi dan pemupukan, penggunaan varietas yang adaptif, pengendalian hama dan penyakit, dan model usahatani. Namun, umumnya teknologi tersebut tidak dapat diterapkan secara berkelanjutan karena adanya berbagai kendala, seperti modal petani yang rendah, infrastruktur yang terbatas, kelembagaan pedesaan yang kurang berkembang, dan perhatian pemerintah dalam pemeliharaan jaringan tata air masih kurang.

Kegiatan pertama yang dilakukan dalam pembukaan lahan rawa pasang surut di Indonesia adalah membangun saluran-saluran drainase berdimensi besar. Sebagai contoh, sistem drainase garpu yang diterapkan di Kalimantan Selatan memiliki panjang saluran primer 1-2 km yang bercabang menjadi dua saluran sekunder dengan panjang 8- 12 km. Di ujung saluran sekunder dilengkapi kolam berukuran 300 m x 300 m. Jarak antara dua saluran sekunder mencapai 3-4 km. Setiap saluran sekunder dilengkapi dengan saluran tersier yang berjarak 200 m. Hal ini mengakibatkan terjadinya drainase yang berlebih (*over drain*), sehingga sangat potensial untuk teroksidasinya pirit yang menyebabkan tanah menjadi masam.

Perubahan sifat kimia tanah di lahan rawa pasang surut berhubungan erat dengan dinamika senyawa pirit di dalam tanah (Prasetyo, 2007). Purnomo *et al.* (1999) menyatakan bahwa komposisi kimia dari air irigasi pada sistem garpu berubah-ubah baik secara spasial ataupun temporal. Kemudian Aribawa *et al.* (1993) memperlihatkan perubahan sifat kimia yang mencolok dari kualitas air di petakan sawah pada musim kemarau dan hujan. Perubahan sifat kimia tanah juga dapat dilihat dari jarak antara lahan

dengan sungai atau laut. Perubahan sifat kimia tanah menjadi lebih buruk jika semakin jauh jaraknya dari sungai atau laut (Priatmadi dan Purnomo, 2000).

Pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut sering menghadapi kendala seperti: (1) genangan air dan kondisi fisik lahan, (2) kemasaman tanah tinggi karena kelarutan aluminium (Al^{3+}), besi ferri (Fe^{3+}), dan sulfat (SO_4^{2-}) yang tinggi, (3) ketersediaan unsur hara menurun dan pada kondisi tereduksi sering muncul masalah keracunan besi ferro (Fe^{2+}), dihidrogen sulfida (H_2S), karbon dioksida (CO_2), dan asam-asam organik.

Beckers dan Ash (2005) menyatakan bahwa kebanyakan tanah mineral kaya besi, gejala keracunan besi dapat dilihat dari jaringan daun yang mengakibatkan penurunan hasil. Kejadian ini hanya terjadi pada kondisi lahan tergenang, sebagai akibat dari proses reduksi oleh mikroba yang merubah besi tidak larut (Fe^{3+}) menjadi besi larut (Fe^{2+}). Menurut Mehbaran *et al.* (2008) kondisi terjadinya keracunan besi pada tanaman seperti: (1) konsentrasi Fe^{2+} yang tinggi dalam larutan tanah karena kondisi reduksi yang kuat pada tanah, (2) status hara dalam tanah yang rendah dan tidak seimbang, (3) kurangnya oksidasi akar dan rendahnya daya oksidasi akar (*eksklusi* Fe^{2+}) disebabkan defisiensi hara P (fosfor), Ca (kalsium), Mg (magnesium), dan K (kalium), (4) kurangnya daya oksidasi akar akibat terjadinya akumulasi bahan-bahan yang menghambat respirasi (H_2S , FeS , dan asam-asam organik), (5) aplikasi bahan organik dalam jumlah besar yang belum terdekomposisi, dan (6) suplai Fe secara terus-menerus dari air bawah tanah atau rembesan secara lateral dari tempat yang lebih tinggi.

Lahan rawa pasang surut yang berpotensi untuk dijadikan lahan pertanian sekitar 9,53 juta hektar (Alihamisyah, 2002). Menurut Direktorat Rawa dan Pantai (2006) lahan rawa pasang surut yang potensial untuk lahan pertanian di Indonesia tersebar di pulau Kalimantan, Sumatera, Sulawesi, Papua, dan Jawa dengan luas sekitar 8.535.708 ha. Luas lahan yang telah direklamasi baik oleh pemerintah maupun masyarakat sekitar 2.833.814 ha, sedang yang belum direklamasi seluas 5.701.894 ha, sebagian besar berada di Papua (Tabel 1).

Tabel 1. Luas lahan rawa pasang surut potensial yang sudah dan belum direklamasi, 2006

Pulau	Luas lahan sudah direklamasi (ha)			Belum direklamasi (ha)	Total (ha)
	Pemerintah	Masyarakat	Jumlah		
Kalimantan	500.228	551.980	1.052.208	445.630	1.497.838
Sumatera	814.582	623.765	1.438.347	573.340	2.011.687
Sulawesi	81.922	101.705	183.627	459.116	642.743
Papua	-	8.655	8.655	4.208.295	4.216.950
Jawa	36.369	114.608	150.977	15.513	166.490
Total	1.433.101	1.400.713	2.833.814	5.701.894	8.535.708

Sumber: Direktorat Rawa dan Pantai (2006)

Luas baku lahan sawah pasang surut di Indonesia berdasarkan hasil sensus pertanian (Biro Pusat Statistik, 2008) adalah sekitar 657.000 hektar. Luas dan sebaran lahan sawah pasang surut di tiga pulau besar (Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi) masing-masing 324.231 ha, 331.072 ha dan 1.584 ha. Berdasarkan hasil kesepakatan berbagai instansi/ lembaga terkait dengan luas dan sebaran lahan sawah diantaranya BPN, Kementan, PU, Bakosurtanal, dan Lapan yang selanjutnya dikoordinasikan oleh BPN, maka disepakati luas baku lahan sawah pasang surut 407.594 ha atau 5,03% dari luas lahan sawah di Indonesia (Tabel 2).

Tabel 2. Luas lahan sawah pasang surut di masing-masing provinsi pada tiga pulau besar (Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi) tahun 2011

Sumatera		Kalimantan		Sulawesi	
Provinsi	Luas (ha)	Provinsi	Luas (ha)	Provinsi	Luas (ha)
NAD	1.250	Kalteng	56.724	Sulbar	29
Sumatera Barat	1.358	Kalsel	125.644	-	-
Jambi	92.302	Kalbar	20.532	-	-
Sumatera Selatan	108.500	-	-	-	-
Bengkulu	309	-	-	-	-
Lampung	946	-	-	-	-
Total	204.666		202.900		29

Sumber: Ritung (2011)

Luas lahan sawah pasang surut di Indonesia pada tahun 2011 lebih rendah dibandingkan dengan data pada tahun 2008. Perbedaan tersebut terjadi karena data luas lahan sawah pasang surut tahun 2011 dihitung

berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan secara spasial, sedangkan data tahun 2008 merupakan hasil sensus yang diperoleh berdasarkan wawancara atau data tabular. Selain itu, selama selang waktu tiga tahun telah terjadi pencetakan sawah baru dan alih fungsi lahan sawah untuk non pertanian. Akhir-akhir ini lahan rawa pasang surut dijadikan sebagai wilayah pengembangan perkebunan kelapa sawit dan karet. Dalam waktu yang bersamaan banyak juga lahan rawa pasang surut yang ditinggalkan petani karena mengalami penurunan produktivitas akibat degradasi lahan. Berdasarkan data diatas, maka luas lahan rawa pasang surut yang masih tersedia adalah (sudah direklamasi sekitar 2.833.814 ha dan sudah dikembangkan sebagai lahan sawah 407.594 ha) berarti masih tersisa 2.426.220 ha untuk pengembangan sawah baru.

Berbagai kegagalan dan keberhasilan telah mewarnai kegiatan pengembangan lahan rawa pasang surut. Terjadinya lahan bongkor yang ditinggalkan petani karena telah mengalami oksidasi pirit sehingga produksinya sangat rendah, merupakan akibat dari reklamasi yang kurang tepat. Kegagalan ini dapat menjadi pelajaran dalam pengembangan lahan sulfat masam pada masa yang akan datang. Potensi lahan rawa pasang surut yang demikian besar dapat dimanfaatkan untuk menunjang pogram peningkatan ketahanan pangan dan agribisnis yang menjadi program utama sektor pertanian. Lahan rawa pasang surut dapat menjadi basis pengembangan ketahanan pangan untuk kepentingan jangka pendek, menengah maupun jangka panjang. Oleh karena itu, investasi pemerintah dan swasta dalam pemanfaatan lahan rawa seyogyanya dapat lebih ditingkatkan.

Pembentukan tanah sulfat masam

Tanah sulfat masam adalah tanah liat rawa yang terbentuk dari bahan endapan marin yang kaya akan bahan organik, besi, dan belerang yang berada dalam kondisi tergenang sehingga terbentuk lapisan tanah yang mengandung pirit > 2 %. Pada kondisi alami, tanah ini umumnya memiliki: (a) lapisan bahan organik tipis (< 20 cm) di permukaannya dan (b) lapisan pirit yang belum teroksidasi (bahan sulfidik) atau sudah teroksidasi (bahan sulfurik) pada kedalaman sekitar 50 cm. Tanah sulfat masam yang memiliki bahan sulfidik disebut sebagai tanah sulfat masam potensial, sedangkan yang telah memiliki bahan sulfurik disebut sebagai tanah sulfat masam aktual (Soil Survey Staff, 1996). Sedangkan Widjaja-Adhi *et al.* (1992) mengemukakan bahwa tanah sulfat masam adalah tanah yang memiliki lapisan pirit atau

sulfidik pada kedalaman < 50 cm dan semua tanah yang memiliki horizon sulfurik walaupun lapisan sulfidik tanah tersebut lebih dalam dari 50 cm. Horizon sulfurik adalah horizon tanah yang terbentuk oleh adanya proses oksidasi lapisan bahan sulfidik yang pada umumnya dicirikan oleh adanya jarosit dan pH tanah $< 3,5$. Dent (1986) mendefinisikan tanah sulfat masam terbatas pada tanah-tanah yang memiliki horizon sulfurik saja. Selanjutnya Van Breemen dan Pons (1978) memberi batasan berdasarkan kemasaman dan tingkat kematangannya, tanah sulfat masam dibagi menjadi dua kelompok yaitu: (1) tanah sulfat masam potensial dan (2) tanah sulfat masam aktual. Tanah sulfat masam potensial digolongkan dalam great grup *Sulfaquent*, yang dicirikan oleh warna kelabu, masih mentah ($n > 0,7$), dan tingkat kemasaman sedang sampai masam (pH 4,0). Sub grup dan great grup lain dari tanah sulfat masam potensial adalah *Sulfic Fluvaquent*, *Sulfic Hydraquent*, *Sulfihemist*, dan *Sulfisaprist*. Sedangkan tanah sulfat masam aktual digolongkan dalam great grup *Sulfaquept*, yang dicirikan oleh warna kecoklatan, cukup matang ($n < 0,7$), dan sangat masam (pH $< 3,5$). Great grup lain dari tanah sulfat masam aktual adalah *Sulfohemist* dan *Sulfosapris*.

Karakteristik mineralogi tanah sulfat masam merupakan hal penting yang perlu diketahui, karena komposisi bahan kimianya memegang peranan penting dalam mengendalikan perilaku ion-ion dalam larutan tanah. Mulyanto *et al.* (1999) mengemukakan bahwa hasil analisis mineral liat dari semua contoh tanah sulfat masam yang diperlakukan dengan penjenuhan K^+ serta Mg^{2+} , dan Mg^{2+} ditambah glycol menunjukkan nilai-nilai puncak 3,33; 3,45; 3,56; 5; 7,15; 10; 14, dan puncak-puncak lain yang intensitasnya lebih kecil dengan nilai lebih besar dari 14 nm. Puncak sekitar 7,12 nm yang orde keduanya 3,56 nm bergeser ke 10 nm adalah petunjuk adanya mineral kaolinit. Sementara puncak 10 nm yang orde keduanya 5 nm dan puncak ini tetap pada semua perlakuan menunjukkan mineral mika. Selain kaolinit dan mika terdapat juga jenis mineral liat lain yang diindikasikan oleh puncak sekitar 14 nm atau lebih. Puncak 14 nm dan bergeser ke 10 nm pada perlakuan penjenuhan K^+ dan pemanasan pada suhu $550^\circ C$ menunjukkan mineral liat yang mempunyai lapisan campuran mika-smektit, mika-vermikulit, smektit-kaolinit, dan smektit yang diperkirakan juga ada tetapi jumlahnya sedikit. Oleh karena itu, puncak refleksinya ditutupi oleh puncak-puncak mineral lain.

Dent (1986) mengatakan bahwa disamping mineral-mineral di atas, dijumpai pula mineral kuarsa yang terindikasi oleh puncak 3,33 dan 4,24 nm pada perlakuan penjenuhan K^+ dan Mg^{2+} dan mineral markasit yang

ditunjukkan oleh puncak 3,44-3,47 nm. Mineral markasit (FeS_2) merupakan isotipe dari mineral pirit yang terbentuk sehubungan dengan lingkungan pengendapan air payau.

Bahan sulfidik dan pembentukannya

Soil Survey Staff (1996) mendefinisikan bahan sulfidik sebagai bahan tanah mineral atau organik yang tergenang, mengandung belerang $^3 0,75$ % berdasarkan bobot kering dan sebagian besar dalam bentuk sulfida. Belerang yang berada dalam bentuk unsur sulfur (S) tidak lebih dari tiga kali kandungan karbonat dalam bahan tanah tersebut. Kemudian Soil Survey Staff (1999) mendefinisikan bahan sulfidik sebagai bahan tanah mineral atau organik yang mengandung senyawa belerang mudah teroksidasi, memiliki $\text{pH} > 3,5$ dan jika diinkubasi dengan ketebalan 1 cm pada keadaan kapasitas lapang, aerob, dan suhu ruangan selama delapan minggu, akan mengalami penurunan $\text{pH}^3 0,5$ satuan dan penurunan pH tersebut mencapai nilai $\leq 4,0$. Sedangkan Widjaja-Adhi *et al.* (1992) mendefinisikan bahan sulfidik sebagai bahan tanah yang mengandung pirit > 2 %.

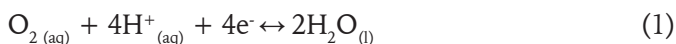
Bahan sulfidik yang keberadaannya merupakan salah satu penciri tanah sulfat masam dapat terbentuk pada beberapa kondisi lingkungan seperti di lembah berdrainase buruk dan mendapat aliran air yang mengandung sulfat tinggi, dasar danau, laguna, atau laut, atau dataran pantai dan rawa pasang surut berair salin atau payau. Dari beberapa kondisi lingkungan tersebut, lingkungan dataran pantai dan rawa pasang surut merupakan lingkungan yang paling sesuai untuk pembentukan bahan sulfidik (Pons dan Breemen, 1982).

Pirit merupakan senyawa sulfida utama dalam bahan sulfidik yang pembentukan-nya memerlukan kondisi lingkungan tergenang dan kaya bahan organik. Dekomposisi bahan organik dalam keadaan tergenang menciptakan kondisi tanah menjadi tereduksi tinggi. Dent (1986) menyatakan bahwa bahan organik merupakan sumber energi bagi bakteri pereduksi sulfat. Ion sulfat berperan sebagai penerima elektron hasil respirasi bakteri pereduksi sulfat, sehingga tereduksi menjadi sulfida. Sulfida yang terbentuk bereaksi cepat dengan besi ferro atau ferri oksida membentuk besi sulfida. Jika pada lingkungan tersebut terdapat senyawa atau ion yang berperan sebagai oksidator seperti O_2 atau besi ferri, sebagian sulfida dapat teroksidasi menjadi unsur S atau ion polisulfida. Selanjutnya unsur S atau ion polisulfida tersebut bereaksi dengan FeS membentuk pirit (FeS_2).

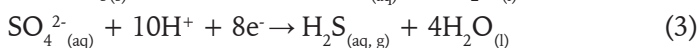
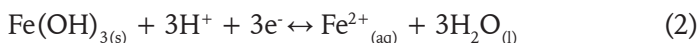
Oksidasi dan reduksi pirit pada tanah sulfat masam

Oksidasi pirit yang ditandai oleh peningkatan potensial redoks pada tanah sulfat masam terjadi akibat drainase berlebihan. Ritsema *et al.* (1992) menyatakan bahwa drainase selama seratus hari pada kolom tanah yang berasal dari Nieuwkoop, Netherland, meningkatkan Eh dari kondisi reduktif (-250-0 mV) menjadi kondisi oksidatif (500-700 mV). Pada kolom tanah dari Pulau Petak segera setelah drainase dimulai, Eh tanah meningkat dari -50 mV menjadi (500-800 mV). Aribawa *et al.* (1993) melakukan pengukuran terhadap Eh tanah dan memperoleh nilai yang berbeda-beda antarlokasi, kedalaman tanah, dan musim. Perbedaan nilai Eh tersebut terutama disebabkan adanya perbedaan kondisi drainase tanah. Nilai Eh pada tanah guludan yang berdrainase baik lebih tinggi dari pada tanah sawah, dan pada lapisan atas lebih tinggi dari pada lapisan bawah. Pada musim hujan lapisan atas tanah sawah di Unit Tatas (Kalteng), Barambai, dan Tabunganen (Kalsel), tereduksi kuat dengan nilai Eh < 0 mV, sedang pada musim kemarau menjadi teroksidasi kuat dengan nilai Eh > 400 mV. Selanjutnya dikatakan bahwa pada tanah sawah di Unit Tatas yang tidak didrainase, Eh > 200 mV hanya sampai pada kedalaman 65 cm, sedang pada tanah yang didrainase Eh tanah > 400 mV terjadi hingga kedalaman 105 cm.

Reaksi oksidasi merupakan penyebab utama munculnya permasalahan di tanah sulfat masam. Menurut Mensvoort dan Dent (1998) proses oksidasi pirit pada tanah sulfat masam terjadi dalam beberapa tahap dan melibatkan proses kimia serta mikroba. Energi yang dibebaskan dari dekomposisi bahan organik merupakan sumber elektron yang berasal dari molekul organik. Pada kondisi aerobik, oksigen yang mengalami reduks menjadi air merupakan sumber elektron:

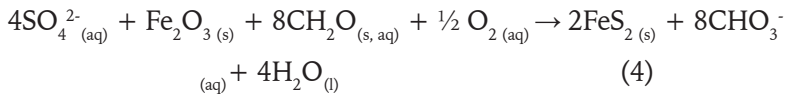


Jika tidak ada oksigen, sumber elektron lain adalah oksida atau hidroksida besi (melalui reduksi Fe^{2+}) dan ion sulfat (melalui reduksi sulfida):



Pirit adalah bentuk umum dan sangat stabil merupakan produk akhir dari reduksi sulfat tetapi dijumpai juga sulfida lain dalam tanah dan endapan

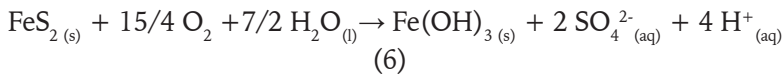
hitam monosulfida dari besi (FeS), greigit (Fe₂S₃), dan sulfida organik. Reaksi pembentukan pirit dari sulfat larut adalah sebagai berikut:



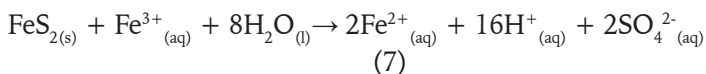
Redoks potensial dalam sistem ini berhubungan dengan muatan negatif yang berasal dari elektron dan dapat diukur melalui elektroda platinum yang dihubungkan dengan mV meter. Potensial relatif dari hidrogen dalam 1 mol larutan asam, ditetapkan pada mV nol:

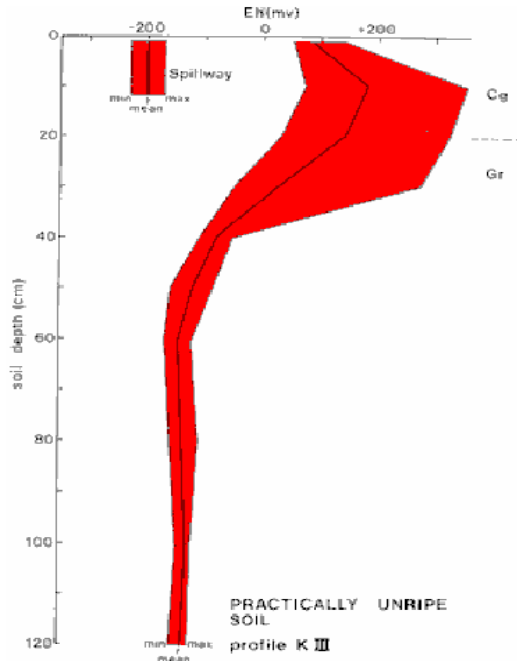


Reduksi besi (persamaan 2) terjadi pada pH 7 dan Eh -180 mV, dan reduksi sulfat (persamaan 3) terjadi pada pH 7 dan Eh -220 mV. Gambar 1 memperlihatkan hasil pengukuran Eh di lapang menggunakan elektroda platinum yang sangat berguna dalam menduga kemungkinan oksidasi atau reduksi dari besi dan sulfat. Sulfida stabil pada kondisi tergenang (anaerobik), tetapi bila ada oksigen masuk ke dalam sistem tersebut, maka sulfida akan teroksidasi menjadi asam sulfat. Oksidasi pirit terjadi mengikuti persamaan:



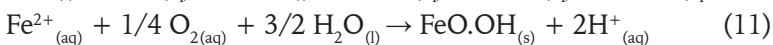
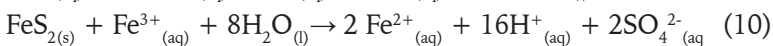
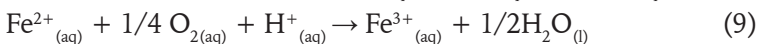
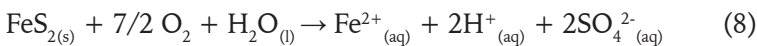
Oksidasi pirit secara kimia akan berlangsung lambat, tetapi reaksi yang dimediasi oleh bakteri pengoksidasi besi, khususnya *Thiobacillus ferrooxidans* menjadikan kondisi optimum untuk oksidasi sulfida dengan konsentrasi oksigen > 0.01 fraksi mol (1 %), temperatur 5-55 °C (optimal 30 °C), dan pH 1,5-5 (optimal 3,2). Berdasarkan reaksi di atas jika proses oksidasi pirit menghasilkan feri hidroksida Fe(OH)₃ dalam hal ini oksidasi 1 mol pirit akan menghasilkan 4 mol H⁺. Sedangkan Dent (1986) menyatakan apabila pH tanah turun hingga < 4, maka Fe³⁺ melarut dan menjadi oksidator pirit dengan laju reaksi yang lebih cepat, setiap mol pirit akan menghasilkan 16 mol H⁺. Reaksi ini kelihatannya jauh lebih berperan dalam mengakibatkan proses pemasaman tanah sulfat masam dibanding reaksi di atas, namun reaksi di atas dapat dianggap sebagai pemicu reaksi berikutnya dengan persamaan reaksi sebagai berikut:





Gambar 1. Profil Eh liat sulfidik dalam kondisi reduksi kuat pada kedalaman 40 cm, variasi Eh terjadi di jaringan perakaran mangrof di atas 40 cm (Sumber: Mensvoort dan Dent, 1998)

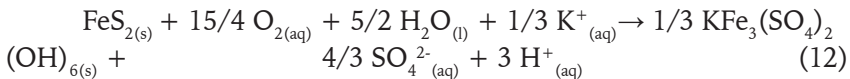
Moses dan Hermann (1991) menunjukkan beberapa tahapan penyebab kemasaman yang diringkas menurut reaksi: oksidasi pirit menjadi besi II dan sulfat, oksidasi besi II menjadi besi III, oksidasi pirit melalui besi III, dan akhirnya oksidasi dari sisa besi II menjadi goetit.



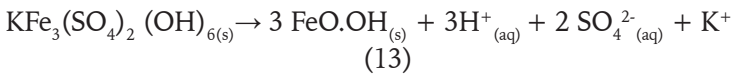
Oksidasi pirit (persamaan 1) berlangsung lambat, Fe^{3+} merupakan oksidan yang lebih efektif dan oksidasi pirit melalui Fe^{3+} (persamaan 3) akan berlangsung lebih cepat dari pada oksidasi pirit dengan oksigen, juga lebih cepat dibandingkan oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} (persamaan 2). Transformasi besi II menjadi besi III lebih potensial tetapi tahap kecepatannya terbatas.

Pembentukan Fe^{3+} yang dimediasi oleh bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* (persamaan 3) tergantung pada pH yang cukup rendah untuk melarutkan Fe ($\text{pH} < 4$) disamping pengendapan goetit (persamaan 4) merupakan oksidasi Fe^{2+} yang hanya terjadi pada pH rendah (Wakao *et al.*, 1984).

Hasil intermediat dari oksidasi pirit yaitu mineral berwarna kuning jarosit yang mengendap dan terbentuk pada kondisi oksidasi kuat ($\text{Eh} > +400 \text{ mV}$) dan menyebabkan kondisi sangat masam ($\text{pH} < 3,7$). Pembentukan jarosit dari pirit diperlihatkan pada reaksi berikut:

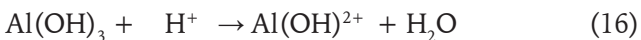
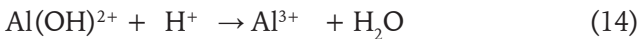


Pada pH lebih tinggi, jarosit terhidrolisis menjadi goetit



Jika dalam oksidasi pirit terbentuk jarosit, kemasaman yang dihasilkannya hanya 3 mol H^+ setiap 1 mol pirit teroksidasi. Menurut Van Breemen (1993) kecepatan penurunan pH akibat oksidasi pirit ditentukan oleh jumlah pirit, kecepatan oksidasi, hasil oksidasi, dan kapasitas netralisasi.

Pembebasan aluminium dari matriks tanah dapat juga melalui reaksi hidrolisis untuk mengurangi kemasaman tanah. Reaksi ini berlangsung secara bertahap mengikuti reaksi:

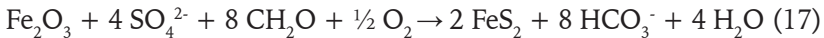


Persamaan ini menunjukkan rangkaian dari reaksi mineral penting pada oksidasi pirit. Pada pH sangat rendah (< 4) kelarutan Al cukup tinggi menyebabkan cukup besarnya mobilitas Al dalam tanah. Asam-asam organik seperti ferulat, fulvat, stearat, malonat dan sitrat merupakan pengkelat yang dapat mengikat Al, sehingga mobilitas Al menurun. Jika kebanyakan gugus karboksilat dan fenolat ditempati oleh Al dan Fe, maka kelarutan kompleks sangat berkurang dan kompleks dapat mengendap (Kollmeier *et al.*, 2001).

Degradasi Tanah Sulfat Masam

Proses degradasi

Tanah sulfat masam berkembang dari bahan induk besi sulfida yang kaya akan kandungan besi dan sulfur. Pirit (FeS_2) terakumulasi pada tanah tergenang yang kaya kandungan bahan organik dan mendapat tambahan sulfur dari air laut (Dent, 1986). Pembentukan pirit digambarkan dengan reaksi sebagai berikut:



Pembentukan pirit membutuhkan unsur besi (bersumber dari sedimen), unsur sulfur (umumnya dari air laut), bakteri pereduksi (telah ada di kawasan pantai), sumber energi (bahan organik), dan pada kondisi pasang (Mensvoort dan Dent, 1998).

Degradasi pada tanah sulfat masam umumnya didominasi oleh: (a) proses pemasaman tanah dan air sebagai akibat dari oksidasi pirit, dan (b) pencucian basa-basa sebagai dampak dari pencucian asam. Pemasaman yang terjadi dapat dibedakan menjadi dua yaitu: (a) pemasaman *in-situ*, dan (b) pemasaman akibat aliran air.

Pemasaman in-situ

Pirit dapat dipertahankan stabil pada kondisi tereduksi (saat tergenang air). Tetapi pada saat permukaan air bawah permukaan (*groundwater*) menurun hingga melebihi kedalaman lapisan pirit, akan terjadi teroksidasi pirit dan tanah menjadi masam. Kondisi ini dapat terjadi pada saat reklamasi dilakukan dengan menggali saluran-saluran drainase berdiameter besar, seperti saluran primer, sekunder, dan tersier.

Pemasaman akibat oksidasi pirit merupakan proses degradasi yang berakibat pada penurunan produktivitas lahan. Pada kondisi pH tanah < 4 , aluminium akan terlarut dalam larutan tanah dan akan mencapai konsentrasi yang dapat meracuni tanaman (Moorman dan Breemen, 1978). Dent (1986) mereview beberapa penelitian sebelumnya mengenai masalah-masalah yang akan muncul jika tanah sulfat masam dikelola untuk tanaman lahan kering, yaitu: (a) kelarutan aluminium (Al^{3+}), besi III (Fe^{3+}), sulfat (SO_4^{2-}), dan ion hidrogen (H^+) meningkat, (b) ketersediaan fosfat menurun akibat terbentuknya aluminium-fosfat yang tidak larut, (c) basa-basa tertukar menjadi menurun, dan (d) terjadi defisiensi hara.

Budidaya padi sawah dan kolam ikan di tanah sulfat masam melalui penggenangan, kemasaman biasanya dikurangi, tetapi akan muncul permasalahan baru yaitu keracunan besi (Fe^{2+}), keracunan hidrogen sulfida (H_2S), dan keracunan CO_2 serta asam-asam organik jika bahan organik tanah tinggi. Keracunan besi pada lahan sawah umumnya akan memberikan pengaruh yang buruk terhadap pertumbuhan tanaman padi.

Tanah-tanah di daerah rawa pasang surut pada musim kemarau, secara fisik mengalami retakan (*cracking*) tergantung dari tipe mineral liat tanahnya. Meskipun tidak semua tanah sulfat masam mengandung mineral liat tipe 2 : 1 (*smectite*), tetapi jika proporsinya cukup tinggi maka pada kondisi kering tanah mudah menjadi retak. Retakan-retakan di permukaan (*top soil*) ini bisa mengakibatkan masuknya oksigen ke dalam lapisan tanah yang lebih dalam dan pirit akan teroksidasi. Menurut Hanhart dan Duong Van Ni (1993) pemasaman dapat disebabkan oleh tiga proses yaitu: (1) difusi, (2) retakan, dan (3) pencucian (*leaching*) asam-asam dari saluran air.

Pemasaman akibat aliran air

Proses pemasaman di suatu tempat di kawasan lahan rawa pasang surut bertanah sulfat masam dapat disebabkan oleh aliran air masam yang berasal dari tempat-tempat lain yang telah mengalami pemasaman. Salah satu contoh proses pemasaman yang disebabkan oleh aliran air yang berasal dari hutan sekunder yang telah mengalami pemasaman akibat reklamasi dan aktivitas manusia di dalam hutan tersebut dijumpai di Unit Tatas, Kalimantan Tengah (Kselik, 1990). Pengaruh buruk dari aliran air masam tersebut dapat ditanggulangi dengan membangun saluran drainase intersepsi (*interceptor drained*) antara hutan sekunder dengan lahan yang dikelola.

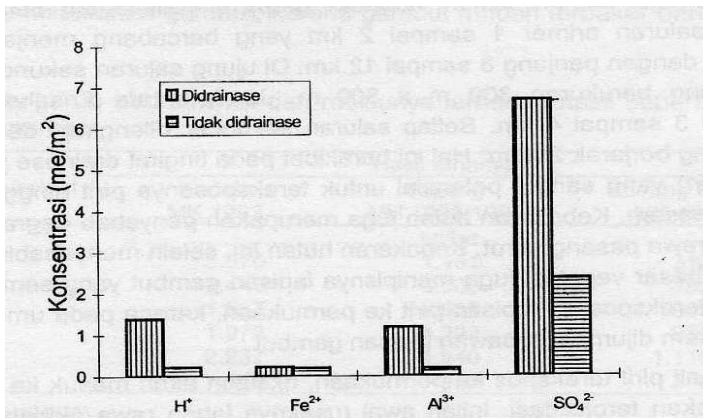
Saluran drainase intersepsi sangat nyata pengaruhnya dalam memperbaiki kualitas air di lahan pertanian. Konsentrasi sulfat (SO_4^{2-}) pada lahan di dekat hutan sekunder jauh lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang dikelola untuk padi sawah, demikian juga halnya dengan konsentrasi besi II (Fe^{2+}). Sebaliknya pH meningkat ke arah menjauh dari hutan sekunder. Hal ini disebabkan aliran air yang masam dengan konsentrasi SO_4^{2-} dan Fe^{2+} yang tinggi dari hutan sekunder terhalang oleh saluran drainase intersepsi. Air dari hutan sekunder yang masuk ke saluran drainase tersebut selanjutnya dibuang pada saat air surut.

Upaya Pemulihannya

Pelindian

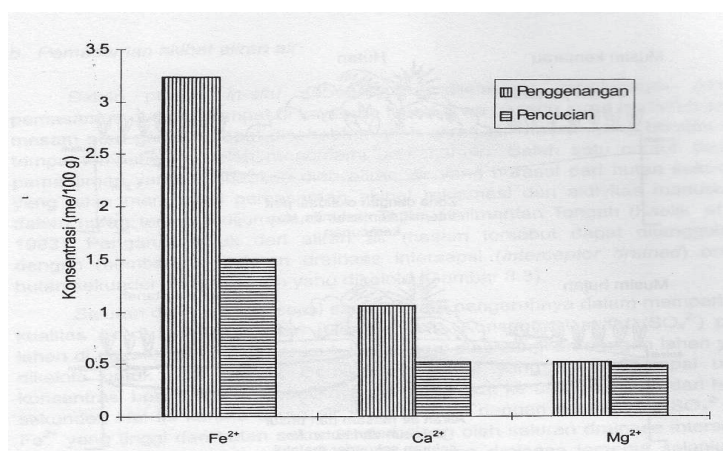
Reklamasi lahan rawa pasang surut di Indonesia telah dimulai sejak tahun 1970, dilaksanakan dengan membangun saluran-saluran drainase berdimensi besar. Hal ini mengakibatkan terjadinya drainase yang berlebihan (*over drain*), sehingga sangat potensial menyebabkan tereksposnya pirit teroksidasi dan menyebabkan tanah masam.

Sekali pirit terekspose ke permukaan, oksigen akan masuk ke dalam tanah dan pirit akan teroksidasi. Inilah awal rusaknya lahan rawa pasang surut akibat kemasaman tanah dan air yang meningkat dan munculnya unsur-unsur yang bersifat racun ke lingkungan perairan. Kandungan besi (Fe^{2+}), aluminium (Al^{3+}), ion hidrogen (H^+), dan sulfat (SO_4^{2-}) pada lahan yang didrainase lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak didrainase (Gambar 2). Hal ini memberikan implikasi bahwa setelah lahan direklamasi dengan membangun sistem dan jaringan drainase akan mengakibatkan turunnya kualitas lingkungan tanah dan air. Konsten *et al.* (1990) menunjukkan total SO_4^{2-} yang tercuci (*leached*) dari lahan yang didrainase adalah $3,34 \text{ mol/m}^2/\text{tahun}$, sebanding dengan $1,17 \text{ mol FeS}_2/\text{m}^2/\text{tahun}$ atau $140 \text{ g pirit/m}^2/\text{tahun}$. Pada lahan yang tidak didrainase, total SO_4^{2-} yang tercuci $1,18 \text{ mol pirit/m}^2/\text{tahun}$ yang sebanding dengan $0,59 \text{ mol FeS}_2/\text{m}^2/\text{tahun}$ atau $71 \text{ g pirit/m}^2/\text{tahun}$.



Gambar 2. Konsentrasi Fe^{2+} , Al^{3+} , H^+ , dan SO_4^{2-} pada lahan rawa pasang surut yang didrainase dan tidak di drainase (Sumber: Subagyono *et al.*, 1994)

Kemasaman yang timbul akibat oksidasi pirit bisa dinetralsir dengan penambahan kapur (Smilde, 1990), tetapi kebutuhan kapur tergolong tinggi terutama jika kandungan pirit dalam tanah masih tinggi. Pelindian sebagai salah satu strategi pengelolaan air tidak hanya mengurangi kemasaman, tetapi berdampak pada tercucinya basa-basa yang diperlukan untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Subagyo *et al.* (1994) menemukan bahwa selain melindi asam-asam, Ca^{2+} dan Mg^{2+} juga ikut terlindi. Hal ini terbukti bahwa kandungan Ca^{2+} dan Mg^{2+} di dalam tanah pada lahan yang dilindi lebih rendah dari pada lahan yang digenangi (Gambar 3). Tanpa introduksi kapur dolomit sebagai sumber Ca^{2+} dan Mg^{2+} , tanah akan mengalami defisiensi unsur hara tersebut.



Gambar 3. Dampak negatif pelindian terhadap konsentrasi Fe^{2+} , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} pada kedalaman tanah 0-20 cm yang berpotensi sebagai penyebab degradasi lahan (Sumber: Subagyo *et al.*, 1994)

Pengelolaan tanah dan air di tanah sulfat masam lebih difokuskan pada upaya mempertahankan lapisan pirit tetap dalam kondisi reduksi (Multilaksono *et al.*, 2001). Air drainase pada tanah sulfat masam akan membawa unsur hara Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan K^+ serta hasil oksidasi dan reduksi pirit seperti H^+ , SO_4^{2-} , Al^{3+} , dan Fe^{2+} . Keadaan ini dapat mencemari lingkungan sekitarnya (Rachim *et al.*, 2000). Untuk memperbaiki kualitas air tersebut dapat dilakukan dengan mengalirkan air melewati media biofilter berupa purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dan bulu babi (*Eleocharis retroflaxa*) yang dapat menyerap unsur-unsur tersebut. Mulyanto *et al.* (1999) mengemukakan bahwa purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dapat dijadikan biofilter karena

mampu menyerap unsur-unsur Fe dan S masing-masing 273,4 dan 4.500 ppm. Sedangkan Anwar (2006) mengemukakan bahwa selain purun tikus, rumput bulu babi (*Eleocharis retroflaxa*) dapat menyerap unsur-unsur Fe dan S masing-masing 884 dan 340 ppm.

Penggenangan dan pengeringan

Penggenangan dan pengeringan tanah menyebabkan perubahan beberapa sifat kimia tanah antara lain peningkatan pH tanah, ketersediaan P meningkat, dan kadar Fe^{2+} makin berkurang. Perubahan sifat kimia tersebut berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman (Luki *et al.*, 1990). Takahashi *et al.* (1999) menyatakan bahwa pengeringan menyebabkan oksida besi ferri secara bertahap terkeristalisasi menjadi bentuk besi yang kurang reaktif. Penggenangan berkala merupakan cara yang paling efektif untuk menghilangkan pengaruh buruk yang timbul akibat penggenangan seperti: akumulasi CO_2 , H_2S , asam-asam organik, Fe, dan Mn tereduksi. Kondisi oksidasi dan reduksi secara bergantian dalam tanah dapat menyebabkan penambahan senyawa-senyawa besi ferro. Hasil penelitian Pujiastuti (1995) menunjukkan bahwa penggenangan berkala dengan masa genang-kering selama sepuluh hari menyebabkan penurunan semua bentuk besi dalam tanah. Nursyamsi *et al.* (2001) mengatakan bahwa penggenangan berkala seminggu diikuti seminggu pengeringan pada tanah sawah akan menurunkan konsentrasi Fe, Mn, dan unsur-unsur esensial lain seperti NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} serta basa-basa seperti K, Ca, dan Mg.

Beckers dan Ash (2005) menginformasikan bahwa keracunan besi pada tanaman padi disebabkan tingginya konsentrasi besi terlarut dalam tanah. Kebanyakan tanah mineral kaya akan besi, gejala keracunan besi dapat dilihat dari jaringan daun yang mengakibatkan penurunan hasil. Kejadian ini hanya terjadi pada kondisi lahan tergenang, sebagai akibat dari proses reduksi oleh mikroba yang merubah besi tidak larut (Fe^{3+}) menjadi besi larut (Fe^{2+}). Dobermann dan Fairhurst (2000) mengemukakan tentang kondisi terjadinya keracunan besi pada tanaman seperti: (1) konsentrasi Fe^{2+} yang tinggi dalam larutan tanah karena kondisi reduksi yang kuat, (2) status hara dalam tanah yang rendah dan tidak seimbang, (3) kurangnya oksidasi akar dan rendahnya daya oksidasi akar (*ekslusi* Fe^{2+}) yang disebabkan defisiensi hara P, Ca, Mg, dan K, (4) kurangnya daya oksidasi akar akibat terjadinya akumulasi bahan-bahan yang menghambat respirasi (H_2S , FeS , dan asam-asam organik), (5) aplikasi bahan organik dalam jumlah besar yang belum

terdekomposisi, dan (6) suplai Fe secara terus-menerus dari air bawah tanah atau rembesan secara lateral dari tempat yang lebih tinggi.

Ameliorasi dan pemupukan

Pemberian bahan amelioran atau bahan pembenah tanah dan pupuk merupakan faktor penting untuk memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan produktivitas lahan. Bahan pembenah tanah tersebut dapat berupa kapur (kalsit atau dolomit) maupun bahan organik (abu sekam, serbuk kayu gergajian, pupuk kandang, kompos jerami, dan kompos) limbah pertanian lainnya. Hasil penelitian Anwar dan Noor (1994), Anwar dan Alwi (1994), menunjukkan bahwa pemberian kapur sebanyak 1-2 t/ha mampu meningkatkan hasil padi dari 2,5 menjadi 3,5 t GKG/ha, kedelai dari 0,8 menjadi 1,75 t/ha, jagung dari 3,5 menjadi 5,2 t/ha dan kacang tanah dari 1,67 menjadi 2,6 t/ha. Takaran bahan ameliorasi secara tepat selain tergantung kepada kondisi lahan terutama pH tanah dan kandungan Al, Fe, SO_4^{2-} , dan H^+ , juga kepada tanaman yang akan ditanam. Untuk keperluan praktis, secara umum pemberian kapur dalam bentuk kalsit dan dolomit sebanyak 0,5-3,0 ton/ha untuk meningkatkan ketersediaan Ca dan Mg di lahan pasang surut sudah cukup memadai.

Pemanfaatan biomasa gulma dan limbah pertanian untuk sumber hara dan pembenah tanah merupakan salah satu cara murah dan mudah serta ramah lingkungan guna mengatasi masalah makin mahal dan langkanya pupuk serta sekaligus meningkatkan produktivitas lahan rawa, sehingga perlu digalakkan. Sejumlah gulma mempunyai potensi sebagai bahan organik karena selain kandungan haranya cukup tinggi, pertumbuhannya juga sangat cepat. Biomasanya sebanyak 1,85-2,76 ton bahan kering/ha. Kompos gulma berasal dari spesies *Eleocharis acutangula* (Purun), *Panicum repens* L (Bura-bura/Punyanagan), *Rhynchospora corymbosa* L (Kerisan) mengandung 31,74 % C-organik; 1,96 % N; 0,68 % P, dan 0,64 % K.

Pemberian bahan organik dalam jangka panjang tidak saja mampu mempertahankan lahan dari proses degradasi, tetapi juga memperbaiki kualitasnya, sehingga produktivitasnya tidak menurun dari tahun ke tahun. Teknik pemberiannya dapat dengan cara dibusukkan kemudian diberikan sebagai pupuk organik atau diberikan sebagai mulsa. Hasil penelitian Jumberi *et al.* (1998) menunjukkan bahwa pemberian jerami padi sebanyak 4 t/ha yang dikompos dengan *Trichoderma reesei* di lahan sulfat masam dapat

mengurangi kandungan besi dan sulfat serta meningkatkan ketersediaan unsur K dan hasil padi. Pemberian kangkung liar rawa atau eceng gondok dan abu sekam di lahan sulfat masam sebanyak 1,8 t/ha setara dengan bila bahan organik tersebut dikombinasikan dengan pupuk buatan berupa 30 kg P_2O_5 /ha dan 25 kg K_2O /ha dapat meningkatkan hasil jagung.

Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada lahan rawa adalah pemberian pupuk disesuaikan ketersediaan hara di dalam tanah dan varietas yang ditanam. Dari serangkaian kegiatan penelitian pengelolaan hara oleh Anwar dan Arifin (1993), Anwar *et al.* (1994), Alwi dan Arifin (1995), dan Anwar dan Alwi (1998), dapat disintesis takaran pupuk untuk tanaman padi dan palawija seperti dalam Tabel 3.

Tabel 3. Takaran amelioran dan pupuk pada tanaman padi dan palawija di lahan raw

Tanaman	Tipologi lahan	Takaran amelioran dan pupuk (kg/ha)			
		Kapur/abu gergajian	N	P_2O_5	K_2O
Padi	Potensial	0	45-90	22,5-45	50
	Sulfat masam	1000-3000	67,5-135	45-70	50-75
Kedelai	Potensial	500-1000	22,5 ^{*)}	22,5	30
	Sulfat masam	1000-2000	22,5 ^{*)}	45	50
Jagung	Potensial	0	67,5	45-90	50
	Sulfat masam	500	90	45-90	50
Kacang tanah	Potensial	500-1000	22,5	30	50
	Sulfat masam	1000-2000	22,5	60	50
Kacang hijau	Potensial	0	22,5	45	50

^{*)} Perlu diberi rhizobium sebanyak 15 g/kg benih.

Sumber: Anwar dan Arifin (1993), Anwar *et al.* (1994), Alwi dan Arifin (1995), dan Anwar dan Alwi (1998)

Kemudian dari hasil penelitian pemupukan pada tanaman hortikultura di lahan pasang surut oleh (Ismail *et al.*, 1993) merekomendasikan takaran pupuk untuk tanaman tersebut seperti dalam Tabel 4. Kedua tabel tersebut mengindikasikan bahwa ada keragaman takaran amelioran dan pupuk antar tipologi lahan maupun tanaman. Untuk efisiensi, penentuan jenis dan takaran pupuk maupun bahan amelioran yang tepat hendaknya dilakukan uji tanah.

Keseimbangan hara N, P, K dan Ca sangat penting dalam pengelolaan hara dan pemupukan di lahan pasang surut. Hasil penelitian Simatupang *et al.* (1994), Sarwani (1997), dan Ar-Riza *et al.* (2001) menunjukkan bahwa untuk memperoleh hasil optimal, unsur hara harus diberikan secara lengkap

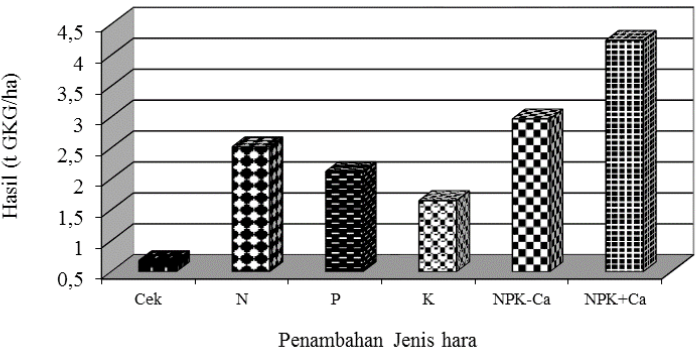
(N, P, K) dan Ca (Gambar 4). Dengan pemberian hara secara lengkap dapat meningkatkan hasil dari 0,64 menjadi 4,24 t/ha.

Tabel 4. Takaran pupuk pada tanaman hortikultura di lahan rawa pasang surut

Tanaman	Tipologi	Takaran amelioran dan pupuk (kg/ha)				
		Kapur	Pupuk kandang	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Cabai	Potensial	0	5000	67,5	90	50
	Sulfat masam	1000-2000	5000	67,5	5	112,5
Tomat	Potensial	500	5000	135	90	60
	Sulfat masam	1000-2000	5000	135	90	60
Bawang merah	Potensial	0	10000	90	90	75
	Sulfat masam	1500	10000	90	90	75
Sawi	Potensial	0	5000	90	90	75
	Sulfat masam	1000	5000	90	90	75
Semangka*)	Potensial/salin		10000	0,027	0,020	0,006

**) Satuan per pohon dan ditambah 50 g CuSO₄ dan ZnSO₄ per pohon

Sumber: Simatupang *et al.* (1994), Sarwani (1997), dan Ar-Riza *et al.* (2001)



Gambar 4. Pengaruh pemberian hara N,P,K dan Ca terhadap hasil gabah pada lahan sulfat masam (Simatupang *et al.* (1994), Sarwani (1997), dan Ar Riza *et al.* (2001)

Pemupukan berimbang untuk tanaman padi di lahan pasang surut perlu dilakukan. Untuk itu sejak tahun 2011 Balittra telah membuat software Decision Support System (DSS) pemupukan padi. Program ini dibuat berdasarkan data hasil penelitian ameliorasi dan pemupukan lahan rawa untuk tanaman padi mulai dari tahun 1980 hingga 2010. Software ini

memberikan informasi tentang pengelolaan hara N, P, K, kapur dan bahan organik yang bersifat spesifik lokasi. Program ini sudah dapat diunduh di website Balitbangtan.

Upaya meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dapat dilakukan dengan pemberian pupuk hayati yakni Biotara dan Biosure. Biotara merupakan pupuk hayati yang terdiri dari konsorsia mikroba dekomposer (*Trichoderma sp*), pelarut-P (*Bacillus sp*), dan penambat N (*Azospirillum sp*) yang dapat meningkatkan hasil padi dan mengefisienkan penggunaan pupuk anorganik sebesar 30%. Biosure merupakan pupuk hayati terdiri dari konsorsia bakteri pereduksi sulfat (*Desulfovibrio sp*) yang berperan dalam proses reduksi sulfat sehingga dapat meningkatkan pH tanah dan produktivitas tanaman padi (Mukhlis, 2011).

Penutup

Tanah sulfat masam berkaitan dengan adanya pirit dalam tanah dan bila teroksidasi menghasilkan asam sulfat dan ion H^+ , sehingga tanah menjadi sangat masam (pH 2-3). Berdasarkan kemasaman dan kematangannya, tanah sulfat masam dibagi menjadi dua kelompok yaitu: (1) tanah sulfat masam potensial dan (2) tanah sulfat masam aktual. Tanah sulfat masam potensial dicirikan oleh warna kelabu, masih mentah ($n > 0,7$), dan tingkat kemasaman sedang sampai masam (pH 4,0). Sedangkan tanah sulfat masam aktual dicirikan oleh warna kecoklatan, cukup matang ($n < 0,7$), dan sangat masam (pH $< 3,5$). Tanah ini memiliki horizon sulfurik yang disebabkan oleh teroksidasinya pirit akibat drainase berlebih. Apabila pH tanah $< 3,5$ dapat mengakibatkan kisi-kisi liat hancur sehingga ion Al^{3+} sangat dominan dalam kompleks jerapan.

Degradasi tanah sulfat masam dimulai dari reklamasi lahan menggunakan alat-alat berat, pembuatan salururan drainase berukuran besar, dan kesalahan dalam pengelolaan lahan sehingga terjadi proses oksidasi pirit. Keberadaan pirit di lapisan olah merupakan kendala pemanfaatan lahan sulfat masam. Terbentuknya asam sulfat akibat oksidasi pirit memungkinkan pH tanah menjadi luar biasa masam sehingga tanaman budidaya tidak dapat tumbuh. Umumnya kandungan pirit akan menurun dengan waktu setelah lahan rawa cukup mengalami proses pengeringan dan pembasahan.

Oksidasi pirit merupakan penyebab utama munculnya permasalahan di tanah sulfat masam. Proses oksidasi pirit pada tanah sulfat masam menghasilkan ion-ion Fe^{3+} , SO_4^{2-} , dan H^+ . Adanya ion H^+ menyebabkan

kemasaman tanah meningkat yang diikuti oleh meningkatnya kelarutan Al^{3+} . Sedangkan pada musim hujan, tanah mengalami proses reduksi yang menyebabkan kelarutan Fe^{2+} tinggi. Kondisi ini menyebabkan tingkat kesuburan dan produktivitas lahan menurun, lama kelamaan akan menjadi lahan tidur atau terlantar.

Proses pelindian di tanah sulfat masam berlangsung secara alami karena adanya pergantian pasang dan surut air serta musim kemarau dan hujan. Air drainase pada awal musim hujan akan membawa hasil oksidasi dan reduksi, seperti ion-ion H^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} , dan SO_4^{2-} yang berakibat pada pencemaran lahan pertanian di sekitarnya. Agar pencemaran terhadap lingkungan dapat ditekan seminim mungkin, maka air drainase perlu diperbaiki kualitasnya dengan menggunakan chemofilter dan tumbuhan biofilter yang dapat mengikat Al^{3+} dan Fe^{2+} membentuk kelat, sehingga pencemaran lingkungan akibat kelarutan ion-ion ini dapat dikurangi.

Pemberian bahan amelioran atau bahan pembenah tanah dan pupuk merupakan faktor penting untuk memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan produktivitas lahan. Bahan pembenah tanah tersebut dapat berupa kapur (kalsit dan dolomit) maupun bahan organik (abu sekam, serbuk kayu gergajian, pupuk kandang, kompos jerami, dan kompos limbah pertanian lainnya). Untuk keperluan praktis, secara umum pemberian kapur dalam bentuk kalsit dan dolomit sebanyak 0,5-3,0 ton/ha untuk meningkatkan ketersediaan Ca dan Mg di lahan pasang surut sudah cukup memadai. Pemberian bahan organik dalam jangka panjang tidak saja mampu mempertahankan lahan dari proses degradasi, tetapi juga memperbaiki kualitasnya, sehingga produktivitas lahan tidak menurun. Tanah sulfat masam akan lebih baik produktivitasnya jika diberi bahan organik dan pupuk hayati (Biotara). Pemberian bahan pupuk ini dapat membantu meningkatkan ketersediaan N dan P tanah lebih dari 30% dan hasil padi lebih dari 20%, namun masih belum diketahui interaksinya bila diberikan bersamaan dengan amelioran dan pupuk organik.

Daftar Pustaka

- Alihamsyah, T. 2002. Optimalisasi pendayagunaan lahan rawa pasang surut. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Optimalisasi Pendayagunaan Sumberdaya Lahan di Cisarua tanggal 6-7 Agustus 2002. Puslitbang Tanah dan Agroklimat. 22 hlm.
- Alwi, M., dan M. Z. Arifin. 1995. Respon kacang tanah terhadap pemberian kalsit dan fosfat di lahan pasang surut tanah sulfat masam, sulfat masam

- bergambut dan gambut. Makalah pada Simposium Nasional dan Kongres VI Peragi. Jakarta, 25-27 Juni 1996.
- Ananto, E. E., H. Subagyo, I. G. Ismail, U. Kusnadi, T. Alihamsyah, R. Thahir, Hermanto, dan D. K. S. Swastika. 1998. Prospek pengembangan sistem usaha pertanian modern di lahan pasang surut Sumatera Selatan. P2SLPS2, Badan Litbang Pertanian. 16 hlm.
- Ananto, E. E., A. Supriyo, Soentoro, Hermanto, Y. Soelaeman, I. W. Suastika dan B. Nuryanto. 2000. Pengembangan Usaha Pertanian Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan : Mendukung Ketahanan Pangan dan Pengembangan Agribisnis. P2SLPS2. Badan Litbang Pertanian. 18 hlm.
- Anwar, K., dan M. Z. Arifin. 1993. Takaran pupuk NPK pada kedelai di lahan sulfat masam bergambut. *Dalam* Noor *et al.* (eds.) Hasil penelitian Kedelai di Lahan Pasang Surut. Balai Penelitian Tanaman Pangan Banjarbaru.
- Anwar K., dan M. Noor. 1994. Pengaruh pemberian kapur dan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan pasang surut sulfat masam. *Dalam* : Risalah Hasil Penelitian Kacang-kacangan 1990-1993. Balittan. Banjarbaru.
- Anwar, K., dan M. Alwi. 1994. Pengaruh pemberian kapur dan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan pasang surut sulfat masam tipe C. *Dalam* Risalah Penelitian Kacang-kacangan 1990-1993. Balittan. Banjarbaru.
- Anwar, K. M. Sarwani, dan S. Saragih. 1994. Pengaruh pemberian hara makro dan mikro serta bahan amelioran terhadap pertumbuhan dan hasil padi di lahan pasang surut sulfat masam tipe B. *Dalam*: Ar-Riza, I., S. Saragih, Mukhlis dan M. Noor (Eds.) Prosiding Seminar Serelia Budidaya Padi dan Jagung. Balittan. Banjarbaru.
- Anwar K., dan M. Alwi. 1998. Pemupukan N P dan K pada tanaman pangan di lahan rawa pasang surut. Makalah penunjang dalam Seminar Nasional Hasil Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Balittra, Puslitbangtan. Banjarbaru.
- Anwar, K. 2006. Peningkatan kualitas tanah sawah dan air buangan di saluran drainase pada tanah sulfat masam. *Disertasi Doktor*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aribawa. I. B., S. Suping, I. P. G. Widjaja Adhi, and C. J. M. Konsten. 1993. Relation between hidrology and redox status of acid sulphate soils in Pulau Petak, Kalimantan, Indonesia. Hlm. 88-108. *In*. AARD and LAWOO. Paper Workshop on Acid Sulphate Soils in Humid Tropics. 20-22 November 1990. Bogor.
- Ar-Riza, I., Sardjijo dan Chaerudin. 2001. Pengaruh pemberian pupuk P dan K terhadap keragaan pertumbuhan dan hasil padi di lahan sulfat masam. Makalah pada Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Pupuk. Cisarua, 12-13 November 2001.
- Becker, M., and F. Ash. 2005. Iron toxicity in rice condition and management concept. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168:558-573.

- Biro Pusat Statistik. 2008. Survei Susut Panen MT 2007/2008. Kerjasama BPS, Ditjen Tanaman Pangan, Badan Pengendalian Bimas, dan Bolog.
- Dent, D. L. 1986. Acid sulphate soils: A baseline for research and development, Pub. 39, Int. Inst. Land Reclamation and Improvement, Wageningen. 204 p.
- Direktorat Rawa dan Pantai. 2006. Pengembangan Daerah Rawa. 172 hal. Direktorat Rawa dan Pantai, Dirjen Sumberdaya Air. Kementrian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Dobermann, A., and T. Fairhurst. 2000. Rice, Nutrient Disorders and Nutrient Management. Handbook series. Potash and Phosphate Institute (PPI). Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Rice Institute. 191 p.
- Hanhart, K., and Duong Van Ni. 1993. Water management on rice fields at Hoa An, Mekong Delta. Vietnam. In. HoChiMinh City Symposium on Acid Sulphate Soils. ILRI. Publ. 53. Int. Inst. Land Reclamation and Improvement, Wageningen. 425 pp.
- Ismail, I. G., T. Alihamsyah, I. P. G. Widjaja Adhi, Suwarno, T. Herawati, R. Thahir, dan D. E. Sianturi. 1993. Sewindu Penelitian Pertanian di Lahan Rawa: Kontribusi dan Prospek Pengembangan. Proyek Swamps II. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Jumberi, A., A. Supriyo dan S. Raihan. 1998. Penggunaan bahan amelioran untuk meningkatkan produktivitas tanaman pangan di lahan pasang surut. *Dalam Sabran et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Balittra. Banjarbaru. Kollmeier, M., P. Dietrich, C. S. Bauer, W. J. Horst, and R. Hedrich. 2001. Aluminum activates a citrate permeable anion channel in the aluminum sensitive zone of the maize root apex. A comparison between an aluminum sensitive and an aluminum resistant cultivar. *Plant Physiol.* 126:397-410.
- Konstens, C. J. M., S. Suping, I. B. Aribawa, and I. P. G. Widjaja-Adhi. 1990. Chemical processes in acid sulphate soil in Pulau Petak, South and Central Kalimantan. Hlm. 109-136 *In. AARD/LAWOO* (Ed.). Paper Workshop on Acid Sulphate Soils In The Humik Tropics. Bogor.
- Kselik, R. A. L. 1990. Water management on Acid Sulphate Soil at Pulau Petak, Kalimantan. Hlm. 78-95. *In. AARD/LAWOO* (Ed.). Paper Workshop on Acid Sulphate Soils In The Humik Tropics. Bogor.
- Luki, U., R. Syahni, dan R. Rasyidin. 1990. Pengaruh lamanya waktu penggenangan dan pencucian terhadap beberapa ciri kimia tanah dan pertumbuhan tanaman padi sawah. Hlm. 439-452 *Dalam. Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaian Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami. Padang.

- Mehbaran, P., A. Abdol Zadeh, and H. Reza Sadeghipour. 2008. Iron toxicity in rice (*Oryza sativa* L.) under different potassium nutrition. *Asian J. of Plant Sci.* 1-9.
- Moorman, F. R., and N. Van Breeman. 1978. Rice: Soil water and land. Hlm. 87-102. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- Moses, C. O., and J. S. Hermann. 1991. Pyrite oxidation at circumneutral pH. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 55:471-482.
- Mukhlis, H. 2011. Uji Keefektivan Pupuk Hayati Biotara Terhadap Tanaman Padi di Lahan Rawa Sulfat Masam. Laporan Hasil Penelitian. Kerjasama Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa dengan PT. Pupuk Kaltim. Banjarbaru.
- Mulyanto, B., B. Sumawinata, Suwardi, dan G. Djajakirana. 1999. Sifat mineralogi liat tanah berpotensi sulfat masam pada Sistem Pengelolaan Lahan Orang Banjar (SPLOB) di Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Pertanian. GAKURYOKU.* 5(4): 273-281.
- Murtalaksono, K., Sudarmo, A. Sutandi, G. Djajakirana, dan U. Sudadi. 2001. Model sistem drainase dalam hubungannya dengan oksidasi pirit serta pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah dan kualitas air pada tanah sulfat masam. Laporan Hasil Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi T. A. 1998-2001. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nugroho, K. Alkasuma, Paidi, W. Wahdini, Abdurachman, H. Suhardjo, dan I. P.G. Widjaja-Adhi. 1992. Peta areal potensial untuk pengembangan pertanian lahan rawa pasang surut, rawa dan pantai. Proyek Penelitian Sumber Daya Lahan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Nursyamsi, D., M. E. Suryadi, A. Hasanudin, dan S. Abdullah. 2001. Pengaruh pengelolaan tanah dan air terhadap hara air genangan dan hasil padi. *Jurnal Penelitian Pertanian* 20:50-59.
- Pons, L. J., and Van Breemen. 1982. Factors influencing the formation of potential acidity in tidal swamps. Proceeding of the Bangkok Symposium on Acid Sulphate Soil. In. H. Dost and N. Van Breemen (Eds.). International Institute for Land Reclamation and Improvement. ILRI. Wagwningen. The Netherlands.
- Prasetyo, B. H. 2007. Genesis tanah sawah bukaan baru. Hlm 25-52. *Dalam Tanah Sawah Bukaan Baru.* Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Priatmadi, B. J., dan E. Purnomo. 2000. Karakterisasi tanah sulfat masam dan zonase produktivitas padi. *J. Tanah Tropika* 11:59-68
- Pujiastuti, E. S. 1995. Bentuk-bentuk besi dalam tanah yang disawahkan pada dua tingkat pengelolaan air. *Tesis.* Program Pascasarjana IPB.
- Purnomo, E., S. M. Gelling, W. T. G. Van Someren. 1999. Spatial and temporal variability of some chemical composition of tidal swamp irrigation water in acid sulphate soil of South Kalimantan. *J. Tanah Tropika* 9:7-14.

- Rachim, A., K. Murtalaksono, A. Sastiono, dan Sudradjad. 2000. Peningkatan produktivitas tanah sulfat masam untuk budidaya tanaman palawija melalui pencucian dan penggunaan amelioran. Laporan Hasil Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi T. A. 1997-2000. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ritsema, C. J., J. E. Groenenberg, and E. B. A. Bisdom. 1992. The transformation of potential into actual acid sulphate soils studied in column experiments. *Geoderma* 55:259-271.
- Ritung, S. 2011. Karakteristik dan sebaran lahan sawah di Indonesia. Hlm 83-98. *Dalam*. Prossiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan lahan Terdegradasi. Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Sarwani, M. 1997. NPK jangka panjang pada padi IR64 di lahan pasang surut sulfat masam. *Dalam* Maamun *et al.* (ed) Prosiding Seminar Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Menyongsong Era Globalisasi. Peragi Komda Kalimantan Selatan.
- Simatupang, R. S., I. Ar-Riza dan Y. Raihana. 1994. Pengaruh takaran, bentuk dan waktu pemupukan nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil padi di lahan potensial. Pros. Serealia I. Budidaya Padi Lahan Pasang Surut dan Lebak. Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa. Banjarbaru. hlm. 81-90.
- Smilde, K. W. 1990. Lime and fertilizer application for crop yield improvement. Hlm. 223-237 *In*. AARD/LAWOO (Ed.). Paper Workshop on Acid Sulphate Soils In The Humik Tropics. Bogor.
- Soil Survey Staff. 1996. Artificial wetlands and water quality improvement. *Environment International* 26:442-447.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy A basic System of Soil Clasification for Making and Interpreting Soil Sorveys. 2nd Ed. Agriculture Handbook Number 436. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Services. Washington DC. 869 p.
- Subagyono, K. H. Suwardjo, A. Abas, dan I. P. G. Widjaja-Adhi. 1994. Pengaruh pencucian, kapur dan pemupukan K terhadap sifat kimia tanah , kualitas air dan hasil padi pada lahan sulfat masam di Unit Tatas, Kalimantan Tengah. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* (12):35-47.
- Takahashi, T., C. Y. Park, H. Nakajima, H. Sekiya, and K. Toriyana. 1999. Ferric ion transformation in soils with rotation of irrigated rice and effect on soil tillage properties. *Soil Sci. Plant Nutr.* 45:163-173.
- Van Bremeen, N., and L. J. Pons 1978. Soil ripening and soil classification. Pub. 13, Int. Inst. Land Reclamation and Improvement. Wageningen. 138 hlm.
- Van Bremen, N. 1993. Environmental aspects of acid sulphate soil. Hlm. 391-402 *In*. Dent, D. L. and M. E. F. van mensvoor (Eds.). Selected Paper of the Ho Chi Minh City Simposium on Acid Sulphate Soils. Vietnam. March 1992.

- Van Mensvoort, M. E. F., and D. L. Dent. 1998. Acid Sulphate Soil. Hlm. 301-337 *In*. Lal, R., W. H., Blum, C. Valentine, and B. A. Steward (Eds.). Method for Assessment of Soil Degradation. Florida. CRC Prees LLC.
- Wakao, N., M. Mishina, Y. Sakurai, and H. Shiota. 1984. Bacterial pyrite oxidation III. Adsorption of *Thiobacillus ferrooxidans* on solid surfaces and its effect on iron release from pyrite. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 30:63-77.
- Widjaja-Adhi, I. P. G., K. Nugroho, S. Didi Ardi, dan A. S. Karama. 1992. Sumberdaya Lahan Rawa: Potensi, keterbatasan, dan pemanfaatan. Hlm. 19-38. *Dalam*. Sutjipto, P. dan S. Mahyudin (Eds.). Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.

TEKNOLOGI KONSERVASI DAN REMEDIASI TANAH SULFAT MASAM

Khairil Anwar dan Mawardi

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

Jln. Kebun Karet, Loktabat limpas Utara, Banjarbaru, Kalimantan Selatan

e-mail: khairil1960@yahoo.com

Ringkasan

Tanah sulfat masam merupakan salah satu jenis tanah yang terdapat di lahan rawa pasang surut, sebagian sudah dimanfaatkan untuk persawahan. Diperkirakan ada sekitar 6,7 juta hektar dan tersebar pada pulau Kalimantan, Sumatera dan Papua. Tanah tersebut dicirikan oleh adanya senyawa pirit (FeS_2), dalam keadaan alaminya (tergenang), senyawa tersebut stabil, tidak berbahaya bagi tanaman, namun adanya aktifitas manusia seperti pembuatan saluran irigasi dan drainase, menyebabkan penurunan permukaan air tanah, terjadi oksidasi pirit, tanah menjadi sangat masam, kelarutan unsur yang bersifat toksik meningkat, dan produksi tanaman menurun, kemudian ion toksik tersebut terlarut ke perairan bebas, mengganggu biota perairan. Dengan kata lain, oksidasi pirit mengakibatkan terjadinya pencemaran insitu dan eksitu. Oleh karena itu dibutuhkan teknologi konservasi dan remediasi tanah sulfat masam agar lahan tersebut dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Beberapa hasil kajian menunjukkan bahwa teknologi/strategi konservasi dapat dilakukan melalui: (a) pemilihan lahan dengan kedalaman lapisan pirit > 50 cm, (b) penerapan teknologi penataan lahan agar oksidasi pirit minimal, (c) hanya dimanfaatkan untuk tanaman budidaya basah seperti padi, dan (d) penggenangan lahan. Teknologi remediasi tanah sulfat masam, antara lain: (a) pencucian ion toksik melalui teknologi tata air, (b) pemilihan varietas toleran kemasaman, keracunan Fe dan Al, (c) pemberian bahan amelioran, dan (d) penggunaan biofilter untuk menekan ion toksik yang terlarut.

Pendahuluan

Tanah yang mengandung mineral pirit (FeS_2) banyak dijumpai di daerah rawa pasang surut, bahkan ada yang berada pada kawasan rawa lebak. Diperkirakan terdapat sekitar 6,7 juta hektar di seluruh Indonesia (Nugroho *et al.* 1992), dan sering disebut sebagai tanah sulfat masam. Menurut Mensvoort dan Dent (1998), senyawa pirit merupakan sumber masalah pada tanah tersebut.

Sebagian tanah tersebut telah dibuka, baik oleh petani lokal maupun untuk pemukiman transmigrasi dengan dominasi penanaman padi. Adanya pembukaan lahan yang disertai pembuatan saluran-saluran drainase (saluran primer, sekunder, dan tersier) menyebabkan terjadinya oksidasi pirit yang menghasilkan ion hidrogen (H^+) dan sulfat (SO_4^{2-}) sehingga tanah menjadi sangat masam. Dalam keadaan masam ini, kelarutan ion aluminium (Al), besi (Fe), dan mangan (Mn) meningkat dan mendesak kation-kation natrium (Na), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan kalium (K) dari kompleks jerapan tanah sehingga tanah semakin miskin hara (Dent 1986; Widjaja-Adhi *et al.* 1992).

Ion-ion diatas dapat tercuci dan keluar dari areal persawahan sewaktu adanya luapan air pasang atau adanya hujan, dan larut ke badan-badan perairan di daerah hilirnya di saat surut. Dari data pengukuran kimia air pada saluran skunder di UPT Terantang, Kalimantan Selatan yang dilakukan Anwar (1994), diketahui bahwa pencucian tanah berpirit meningkatkan kandungan Fe^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , H^+ , SO_4^{2-} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan menurunkan pH air saluran sekunder. Hasil pengukuran Anda dan Siswanto (2002) pada daerah reklamasi lahan rawa di Kalimantan Tengah menunjukkan bahwa penurunan pH, kandungan Ca dan Mg serta peningkatan Al tanah terjadi pada tanah-tanah yang berasal dari lahan sawah tanah sulfat masam.

Menurut Kleperr *et al.* (1993), terjadinya pemasaman pada saluran-saluran drainase dapat menyebabkan populasi biota di perairan menurun. Calliman *et al.* (2005) dan Willet *et al.* (1993), menyebutkan bahwa air yang kaya Al dapat membunuh dan menimbulkan penyakit bintik merah pada ikan.

Disisi lain, tanah sulfat masam yang telah mengalami oksidasi dan menghasilkan ion besi ferri (Fe^{3+}), bila digenangi maka akan terjadi proses reduksi dan menghasilkan ion besi ferro (Fe^{2+}). Bila konsentrasi ion Fe^{2+} melebihi batas toleransi tanaman padi (> 200 ppm) maka terjadi keracunan besi yang akan menurunkan produktivitas padi.

Dari uraian diatas terlihat bahwa tanah yang sudah dibuka, baik dalam kondisi oksidasi maupun reduksi, tanah sulfat masam akan memunculkan masalah. Dalam upaya pemanfaatan tanah sulfat masam untuk budidaya tanaman maka perlu diketahui teknologi pengelolaan yang adaptif dan konservatif pada tanah tersebut agar bisa dimanfaatkan dengan dampak seminimal mungkin.

Proses Oksidasi dan Reduksi Senyawa Pirit

Tanah sulfat masam berada pada lahan rawa pasang surut. Pada rawa pasang surut, secara alamiah terjadi perbedaan topografi dari daerah pantai ke hulu, semakin ke hulu umumnya semakin tinggi dari permukaan laut (dpl). Hal ini menyebabkan terjadinya perbedaan jangkauan air pasang pada suatu kawasan sehingga memunculkan perbedaan tipe luapan air pasang. Berdasarkan tipe luapan air pasang pada permukaan lahan saat musim hujan, lahan pasang surut dibagi menjadi empat yaitu tipe luapan A (lahan yang selalu terluapi air pasang surut besar dan kecil), tipe B (lahan yang hanya terluapi saat pasang besar), tipe C (lahan tidak terluapi air pasang, tetapi muka air tanah ≤ 50 cm), dan tipe D (sama seperti tipe C tetapi muka air tanah > 50 cm) (Widjaja-Adhi *et al.* 1992). Adanya variasi luapan air pasang dan perbedaan curah hujan menyebabkan terjadinya perbedaan ketinggian muka air tanah antara musim kemarau dan musim hujan. Kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya suasana oksidasi-reduksi atau oksidasi/reduksi saja, pada suatu lahan dengan tingkat yang bervariasi sesuai dengan karakteristik hidrotopografi lahan masing-masing. Konsekuensinya terjadi proses-proses kimia yang berbeda antara kedua suasana tersebut. Untuk menangani masalah lahan tersebut maka proses oksidasi dan reduksi tersebut penting dipahami. Penampang tanah sulfat masam yang telah mengalami oksidasi umumnya berwarna lebih terang (lapisan atas), sedangkan yang masih belum teroksidasi berwarna gelap (lapisan bawah) (Gambar 1).

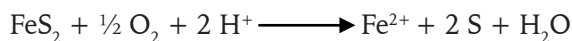


Gambar 1. Lapisan bawah, gelap atau hitam kebiruan (reduksi), sedangkan lapisan atas berwarna kelabu (oksidasi). Dokumen: LAWOO (1988).

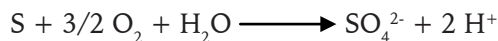
Proses pada Kondisi Oksidasi

Tanah berada dalam kondisi tanpa genangan sering dijumpai pada saat air laut/sungai surut pada lahan tipe luapan B atau pada musim kemarau, dan lahan tipe luapan C dan D baik pada musim hujan maupun kemarau. Kondisi tersebut dapat menyebabkan terjadinya proses-proses oksidasi terhadap unsur/senyawa yang berada dalam tanah. Diantara proses oksidasi yang sangat penting pada tanah tersebut adalah oksidasi pirit.

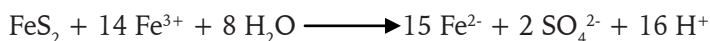
Proses oksidasi pirit telah banyak diuraikan, antara lain oleh Dent (1986) dan Alloway dan Ayres (1997). Mereka mengemukakan bahwa proses oksidasi pirit pada tanah sulfat masam terjadi dalam beberapa tahap dan melibatkan proses kimia serta biokimia. Mula-mula oksigen terlarut dalam air tanah bereaksi lambat dengan pirit, menghasilkan besi fero (Fe^{2+}) dan sulfat atau unsur belerang. Reaksi tersebut adalah sebagai berikut:



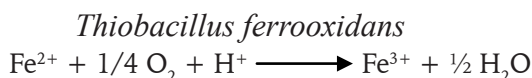
Oksidasi belerang oleh oksigen terjadi sangat lambat, tetapi dengan bantuan bakteri autotrop yang berperan sebagai katalisator proses berjalan lebih cepat, dengan reaksi sebagai berikut:



Kemasaman yang ditimbulkan ditambahkan dengan kemasaman yang terjadi oleh adanya oksidasi besi monosulfat amorf mengakibatkan tanah menjadi masam. Jika pH tanah menjadi lebih rendah dari 4, Fe^{3+} larut dan mengoksidasi pirit dengan kecepatan tinggi. Persamaan reaksi oksidasi pirit oleh Fe^{3+} sebagai berikut :



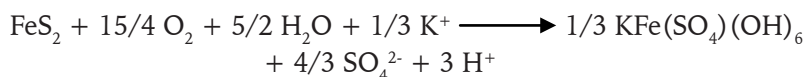
Dengan adanya oksigen, Fe^{2+} yang dihasilkan dapat berubah menjadi Fe^{3+} . Namun pada pH kurang dari 3,5 oksidasi melalui proses kimia berlangsung lambat. Pada pH rendah, bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} dengan cepat dan selanjutnya Fe^{3+} yang dihasilkan terlibat lagi dalam proses oksidasi pirit. Mensvoort dan Dent (1998) menyebutkan bahwa kondisi optimum untuk oksidasi pirit sama dengan kondisi optimum untuk oksidasi besi oleh *Thiobacillus ferrooxidans* yaitu konsentrasi oksigen > 0,01 Mole fraksi (1%), temperatur 5-55°C (optimal 30°C), pH 1.5-5.0 (optimal 3.3). Reaksi oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} dengan bantuan *Thiobacillus ferrooxidans* adalah sebagai berikut :



Dari persamaan diatas, terlihat bahwa sebagian besar kemasaman (H^+) yang dihasilkan dalam proses oksidasi pirit oleh Fe^{3+} , digunakan dalam proses oksidasi Fe^{2+} dengan bantuan *Thiobacillus ferrooxidans*. Reaksi oksidasi pirit yang terjadi dalam beberapa tahap dengan hasil akhir feri hidroksida secara ringkas dapat dinyatakan dalam persamaan reaksi sebagai berikut :



Menurut Konsten *et al.* (1990) kemasaman maksimal terbentuk jika proses oksidasi pirit menghasilkan feri hidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$). Seperti terlihat dalam persamaan reaksi di atas, oksidasi 1 mol pirit menghasilkan 4 mol H^+ . Jika dalam oksidasi pirit terbentuk jarosit, kemasaman yang dihasilkannya hanya 3 mol H^+ setiap satu mol pirit teroksidasi. Reaksi oksidasi pirit yang menghasilkan jarosit adalah sebagai berikut :



Oksidasi pirit menghasilkan kemasaman lebih rendah lagi jika proses oksidasi pirit tersebut menghasilkan Fe^{2+} . Reaksi oksidasi pirit yang menghasilkan Fe^{2+} tersebut adalah sebagai berikut :



Menurut Breemen (1993), kecepatan penurunan pH akibat oksidasi pirit ditentukan oleh jumlah pirit, kecepatan oksidasi, kecepatan perubahan hasil oksidasi, dan kapasitas netralisasi.

Oksidasi pirit pada tanah sulfat masam akibat drainase berlebihan telah banyak dipelajari. Drainase tanah meningkatkan potensial redoks. Pada penelitian kolom tanah sulfat masam yang berasal dari Nieuwkoop (Belanda) dan Pulau Petak (Kalimantan Selatan), diketahui bahwa potensial redoks (Eh) meningkat setelah didrainase dan mengakibatkan pirit teroksidasi. Pada tanah dari Nieuwkoop tersebut, pirit teroksidasi 1% bobot setelah didrainase selama 450 hari dan pH tanah relatif konstan setelah didrainase 100 hari. Sedangkan pada tanah Pulau Petak, pH terus menurun segera setelah didrainase. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan kandungan karbonat, dimana tanah Nieuwkoop mengandung lebih banyak karbonat yang dapat menahan terjadinya penurunan pH (Ritsema *et al.* 1992).

Hasil penelitian Le Ngoc Sen (1988) pada tanah sulfat masam dari Mijdrecht Polder, Netherland menunjukkan bahwa kedalaman air tanah dan ada tidaknya lapisan bahan gambut diatas permukaan tanah mempengaruhi tingkat penurunan pH tanah dalam penampang tanah. Adanya lapisan bahan organik (gambut) pada permukaan tanah mineral menurunkan kecepatan pemasaman yang diduga akibat kurangnya suplai oksigen. Sedangkan kedalaman air tanah menaikkan ketinggian lapisan yang mengalami pemasaman. Hasil penelitian Yuliana (1998) pada tanah sulfat masam Karang Agung Ulu, Sumatera Selatan menunjukkan bahwa penurunan pH tanah sulfat masam yang didrainase semakin besar dengan semakin lamanya waktu oksidasi dan semakin dalamnya air bawah tanah dari permukaan lapisan pirit.

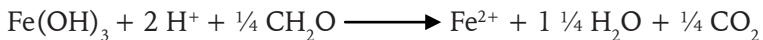
Hasil percobaan dengan simulasi dengan hujan buatan pada sistem surjan yang dilakukan oleh Sterk (1993) pada tanah sulfat masam delta Mekong menunjukkan bahwa jumlah asam yang tercuci paling tinggi pada surjan yang baru dibuat dan menurun dengan semakin tuanya umur pembuatan surjan.

Oksidasi pirit mengakibatkan perubahan kandungan ion-ion di dalam larutan tanah dan kompleks jerapan. Selama proses oksidasi, SO_4^{2-} dalam larutan tanah meningkat cepat dan sebaliknya Fe^{2+} dan Fe^{3+} menurun. Penurunan kandungan besi tersebut karena terjadinya presipitasi besi dalam bentuk besi feri yang sukar larut dan sebagian lagi terpresipitasi dalam

bentuk jarosit. Setelah periode oksidasi, kompleks jerapan didominasi oleh Al^{3+} yang menggantikan Ca^{2+} dan Mg^{2+} (Ritsema *et al.* 1992). Hasil penelitian Yuliana (1998) menunjukkan bahwa drainase tanah sulfat masam meningkatkan Al-dd, dan Fe (III) serta menurunkan Fe (II).

Proses pada Kondisi Reduksi

Kondisi lahan sulfat masam dalam keadaan tergenang sering dijumpai pada lahan rawa tipe luapan A yang selalu diluapi oleh air pasang besar dan kecil setiap hari, tipe luapan B pada saat pasang besar dimusim hujan, dan tipe C yang menggunakan sistim tabat limpas (stoplog/dam parit) pada musim hujan. Tanah sulfat masam yang menjadi masalah adalah yang telah mengalami oksidasi pada musim kemarau dan tergenang pada musim hujan disaat penanaman padi sehingga merubah kondisi oksidasi menjadi reduksi. Menurut Dent (1986), perubahan tersebut akan meningkatkan pH tanah karena adanya penggunaan H^+ dalam reaksi reduksi. Sebagai contoh penggunaan H^+ oleh $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang dihasilkan dalam oksidasi pirit, dengan persamaan reaksi sebagai berikut :

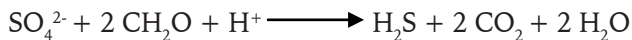


Reaksi reduksi tersebut berlangsung dengan bantuan bakteri anaerob dan adanya bahan organik sebagai penyumbang elektron. Oleh sebab itu, dibandingkan pada tanah biasa, kecepatan reduksi pada tanah sulfat masam yang digenangi lebih lambat karena kemasaman yang tinggi, rendahnya ketersediaan hara dan bahan organik yang mudah terdekomposisi, atau kombinasi dari kondisi-kondisi tersebut yang mengakibatkan bakteri anaerob kurang mampu berkembang. Hal ini terjadi terutama pada tanah sulfat masam yang telah lanjut sehingga mengandung kristal goetit dan hematit yang stabil sehingga sulit direduksi, sedangkan pada tanah sulfat masam yang muda, kaya akan koloid besi. Konsten *et al.* (1990) mendapatkan tidak adanya peningkatan pH setelah penggenangan pada tanah yang mempunyai kandungan oksida besi ferri yang rendah. Jadi tingkat kelarutan besi ferro dan kenaikan pH sangat dipengaruhi oleh ketersediaan besi yang dapat direduksi, bahan organik dan suasana anaerobik.

Peningkatan pH tanah menurunkan tingkat aktifitas Al^{3+} . Penurunan aktivitas Al akan menurunkan tingkat toksisitasnya, tetapi dilain pihak kondisi reduktif tersebut dapat mengakibatkan timbulnya ion atau senyawa lain juga bersifat toksik (racun) bagi tanaman, yaitu Fe^{2+} , H_2S , asam organik, dan CO_2 yang larut dalam jumlah tinggi dalam larutan tanah.

Menurut Hardjowigeno dan Rayes (2001), pada tanah sulfat masam muda, Fe^{2+} yang tinggi mudah terbentuk dan dapat bertahan beberapa bulan, karena tanah disangga oleh sulfat pada pH rendah sehingga Fe^{2+} tetap berada dalam larutan. Peningkatan Fe^{2+} umumnya mencapai puncak setelah 2-5 minggu digenangi. Hasil penelitian Moore dan Patrick (1993) menunjukkan bahwa serapan Fe pada tanaman padi berkorelasi dengan aktivitas Fe^{2+} dalam larutan tanah. Sedangkan pertumbuhan tanaman berkorelasi dengan pH tanah dan A_{Fe} (rasio aktivitas Fe^{3+} terhadap jumlah aktivitas kation divalent).

Keracunan H_2S tidak bersifat spesifik pada tanah sulfat masam. Breemen (1993) menyebutkan bahwa pada konsentrasi 0,1 mg/l H_2S sudah dapat meracuni tanaman padi. Keracunan terjadi umumnya pada tanah yang kaya bahan organik dan rendah besi. Keracunan H_2S hanya muncul setelah pH mencapai 5 yang tercapai setelah penggenangan yang lama, hal ini berkaitan dengan aktivitas bakteri pereduksi sulfat (*Desulfovibrio*). Timbulnya H_2S tersebut menurut Dent (1986), Konsten (1990) dan Breemen (1993) karena proses reduksi SO_4^{2-} dan jumlah yang terbentuk berhubungan langsung dengan bahan organik dengan reaksi sebagai berikut :



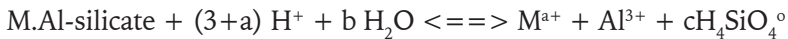
Reaksi reduksi sulfat tersebut selain membutuhkan bahan organik sebagai sumber elektron, dan juga pH yang sesuai agar berjalan cepat yaitu pH antara 4-5. Reduksi sulfat berjalan sangat lambat pada pH dibawah angka tersebut, karena itu pada tanah sulfat masam muda, reduksi sulfat berjalan lebih cepat dibanding pada tanah sulfat masam tua. Hasil pengamatan penulis di lapangan, gejala terbentuknya H_2S dengan konsentrasi yang tinggi hanya terjadi di kawasan rawa lebak (tercium bau menyengat gas H_2S), karena kondisi rawa lebak mendukung suasana yang diperlukan untuk terbentuknya H_2S tersebut, yaitu pH 4-5, konsententrasi rendah besi, kaya bahan organik dan sangat reduktif.

Hasil penelitian Yuliana (1998) menunjukkan bahwa perlakuan penggenangan 3 bulan setelah tanah sulfat masam didrainase 8 minggu dengan kedalaman air bawah tanah 40 cm dari lapisan pirit meningkatkan pH tanah dan kandungan Fe^{2+} , menurunkan Al-dd dan SO_4^{2-} . Hasil penelitian Ritsema *et al.* (1992) dengan penggenangan kembali selama 300 hari pada tanah sulfat masam dari Pulau Petak setelah didrainase selama 450 hari mengakibatkan kandungan Fe^{2+} pada tanah tersebut meningkat dengan cepat. Diduga peningkatan tersebut disebabkan oleh adanya proses reduksi Fe^{3+} yang berbentuk amorf menjadi Fe^{2+} .

Asam-asam organik terbentuk sebagai hasil fermentasi tanah tergenang yang kaya bahan organik, dan ini sangat berbahaya bagi tanaman padi bila konsentrasinya berada 0,1-1 mmol l⁻¹. Biasanya terjadi pada tanah bergambut (tanah sulfat masam yang dilapisi bahan gambut tipis atau kurang dari 50 cm) dengan kimia yang miskin, tanah berpasir dengan besi aktif rendah, dimana pH tetap rendah setelah penggenangan (Breemen 1993).

Dampak Oksidasi-Reduksi pada Tanah Sulfat Masam

Permasalahan utama pada tanah sulfat masam adalah adanya oksidasi-reduksi senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanah tersebut, terutama oksidasi senyawa pirit yang menghasilkan asam sulfat. Dihasilkannya asam sulfat tersebut, membuat pH tanah menjadi sangat rendah sehingga terjadi degradasi mineral liat oleh ion hidrogen tersebut. Gambaran reaksi degradasi mineral liat menurut Breemen (1976) sebagai berikut:



Dalam suasana dengan konsentrasi ion hidrogen yang tinggi ini, sejumlah Al, Fe, dan Mn dibebaskan oleh proses degradasi tersebut diatas, sehingga logam-logam tersebut meningkat kelarutannya dan dapat meracuni tanaman, pH yang rendah dan kelarutan yang tinggi dari unsur meracun tersebut menurunkan total mikroorganisme dan membuat jumlah bahan organik tidak berkorelasi dengan total mikroorganisme. Menurut Breemen (1976), maksimum aktivitas Al³⁺ yang larut tergantung langsung pada pH dan aktivitas ion sulfat. Keaktifan ion Al meningkat 10 kali tiap penurunan pH satu unit. Pada tanah sulfat masam di Thailand, konsentrasi Al³⁺ pada air tanah meningkat dari 0,4 ppm pada pH 5,5 menjadi 54 ppm pada pH 2,8. Sedangkan Hicks *et al.* (2002) menyebutkan bahwa aktivitas Al dikontrol oleh kelarutan berbagai Alunimium-hidroksi-sulfat. Ion Al dapat menjadi beracun pada konsentrasi rendah (1-2 ppm), tergantung toleransi tanaman. Hasil penelitian Moore dan Patrick (1993) menunjukkan bahwa aktivitas Al³⁺ sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Pada pH rendah dikendalikan oleh *jubarnite*, sedangkan pada pH tinggi oleh Al(OH)₃ *amorphous*. Kelarutan ion Al menurun bila dilakukan penggenangan, karena terjadinya peningkatan pH tanah sehingga ion Al mengendap, karena itu penanaman pada pada kondisi reduksi tidak muncul keracunan Al seperti halnya bertanam padi, kecuali terjadi kekeringan atau pada tanam sebar langsung dimana lahan belum tergenangi. Menurut Rorison (1973) kelarutan ion Al yang tinggi menghambat perkembangan jaringan, pemanjangan akar, dan pembelahan sel akar. Tingginya

kelarutan Al tersebut dapat menyebabkan terjadinya keracunan pada tanaman. Selain itu, kelarutan Al dan Fe yang tinggi mengakibatkan P terfiksasi menjadi bentuk yang lebih stabil dan sukar larut, sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Dent (1986) menyebutkan bahwa pada pH kurang dari 3,5, ion H^+ dan Fe^{3+} dapat menghambat pertumbuhan tanaman, tetapi yang sangat prinsip adalah kelarutan ion Al, dimana pada pH 4.0-4.5, kelarutan Al meningkat.

Selain Al, ion Fe dan Mn juga meningkat kelarutannya. Pada kondisi oksidasi maka besi ferri (Fe^{3+}) yang dominan, sedangkan pada kondisi reduksi besi ferro (Fe^{2+}) yang dominan (Dent 1986). Pada keadaan yang sangat reduktif dan berlangsung lama, terjadi peningkatan ion besi ferro, dan dapat mengakibatkan terjadinya keracunan besi pada tanaman padi, terutama bila berada diatas batas toleransi varietas padi yang ditanam, dimana daun menjadi coklat, pertumbuhan anakan terhambat, perakaran jarang, pendek, kasar dan terselaputi warna coklat atau kemerahan. Terjadi peningkatan kandungan Fe^{2+} setelah tanah digenangi selama dua minggu. Kadar ion Fe^{2+} yang dapat meracuni bervariasi, terjadi pada 200-400 ppm. Mensvoort *et al.* (1991) menyebutkan angka 300 ppm sebagai awal terjadinya keracunan besi. Munculnya gejala keracunan besi juga dipengaruhi kadar hara lain dalam tanah seperti P, K, Ca dan Mg. Selain itu tergantung kepada toleransi varietas padi yang ditanam. Keracunan Mn^{2+} sering muncul karena adanya pergantian kering dan basah, dan sering muncul bersamaan keracunan Fe^{2+} . Gejala keracunan Fe dan Al pada tanaman padi di lahan sulfat masam disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Gejala keracunan Al pada kedelai dan padi serta keracunan Fe pada tanaman padi pada lahan sulfat masam. Dokumen: Anwar (1995, 2001 dan 2011).

Adanya peristiwa oksidasi-reduksi pada tanah sulfat masam berdampak terhadap tanaman yang tumbuh di atasnya dan perairan yang dilalui air drainase dari kawasan tersebut. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sylla *et al.* (1993) menunjukkan bahwa produksi padi pada tanah sulfat masam di Sierra Leone, Senegal dipengaruhi oleh kemasaman, salinitas dan tingkat keracunan besi.

Dampak oksidasi pirit terhadap lingkungan telah menjadi perhatian banyak peneliti. Menurut hasil pengkajian Breemen (1993), dampak proses oksidasi pirit adalah (1) pelepasan unsur-unsur mikro nikel (Ni), cobalt (Co), tembaga (Cu), seng (Zn), timbal (Pb), dan arsen (As). Menurut Alloway dan Ayres (1997) adanya pemasaman melarutkan logam-logam berat seperti Pb (timbal), Hg (raksa), dan Cd (cadmium).; (2) pelepasan Al^{3+} , sehingga mempunyai potensi untuk meracuni akar tanaman dan ikan, tergantung kepada varietas/spesies dan tahap pertumbuhan; (3) pelepasan SO_2 , gas ini terlepas selama oksidasi sulphide, karena itu merupakan sumber polusi udara melalui hujan asam; (4) Oksidasi besi (II) yang akan menghasilkan $FeOOH_{(s)}$ bila terlarut pada daerah kaya asam organik menyebabkan munculnya karatan yang berwarna coklat pada tumbuhan air atau pinggir-pinggir tanggul saluran air (Gambar 3).



Gambar 3. Karat besi pada saluran air drainase di persawahan lahan sulfat masam (Dokumen : Anwar, 2006)

Hasil penelitian Callinan *et al.* (1993) di Australia menunjukkan bahwa adanya pencucian lahan sulfat masam pada saat hujan lebat menyebabkan pH air menjadi rendah dan meningkatnya konsentrasi Al terlarut sehingga menyebabkan banyak ikan yang mati dan terkena penyakit akibat meningkatnya populasi jamur *Aphanomyces* sp. Hasil pengukuran Hick *et al.* (2002) selama 20 tahun menunjukkan produksi rata-rata asam sebesar 7×10^5 mole H/ha/tahun.

Hasil pengukuran Anda dan Siswanto (2002) menunjukkan bahwa dampak oksidasi pirit pada lahan sawah di Kalimantan Tengah selain menurunkan pH dan kandungan Ca, Mg, meningkatkan kelarutan dan kejenuhan Al pada tanah, juga menyebabkan berubahnya kimia saluran primer dan skunder, dimana pH menjadi lebih rendah, dan Al^{3+} , EC, SO_4^{2-} , dan Cl^- menjadi meningkat dibanding inlet (saluran masuk).

Akibat oksidasi tersebut berdampak terhadap tanaman dan merupakan faktor pembatas. Cho *et al.* (2002) menyebutkan bahwa faktor pembatas terhadap produksi pertanian (utamanya padi) di lahan sulfat masam Dataran Tengah Thailand adalah kemasaman yang tinggi, defisiensi P, dan kelarutan Al, Fe, dan Mn yang tinggi dan menyebabkan tanaman keracunan. Tanpa perbaikan, produksi sangat rendah berkisar 1-1,5 t/ha dan hanya pertanian tradisional dapat berkelanjutan. Penurunan kemasaman melalui pemberian kapur dan pencucian (melalui pengenangan) dapat memperbaiki produktivitas tanah.

Dampak pada proses reduksi lahan sulfat masam adalah (1) reduksi besi (III) menjadi besi II sehingga terjadi peningkatan konsentrasi besi (II), akibatnya dapat meracuni tanaman, dan bila didrainase akan menambah kadar besi di badan perairan; (2) reduksi sulfat menghasilkan H_2S , dalam konsentrasi tinggi bersifat racun bagi tanaman padi.

Teknologi Konservasi Tanah Sulfat Masam

Pengelolaan adaptif adalah model atau system pengelolaan yang menyesuaikan dengan situasi dan kondisi dari tanah sulfat masam sehingga dapat dimanfaatkan secara lestari dan tidak merusak lingkungan. Model pengelolaan adaptif ini bersifat meminimalkan terjadinya oksidasi senyawa pirit sebagai sumber masalah pada tanah tersebut, Model pengelolaan ini dapat ditempuh antara lain dengan:

Pemilihan lahan

Salah satu upaya untuk mencegah terjadinya oksidasi pirit adalah pemilihan lahan saat akan dimanfaatkan. Lahan-lahan yang mempunyai lapisan pirit < 50 cm, dari permukaan tanah, baik yang belum teroksidasi maupun sudah teroksidasi (lahan sulfat masam aktual) diusahakan tidak dimanfaatkan untuk berbagai komoditas, dibiarkan alami ditumbuhi oleh hutan/semak rawa, dan dipertahankan untuk selalu tergenang. Penggunaan lahan yang mempunyai lapisan pirit dangkal tersebut mempunyai potensi yang sangat besar terjadinya oksidasi pirit pada saat musim kemarau akibat pembuatan saluran, guludan/tabukan dan pengolahan tanah.

Tanah sulfat masam dikelompokkan menjadi dua, yaitu tanah sulfat masam aktual dan tanah sulfat masam potensial. Berdasarkan kriteria yang diungkapkan dalam Soil Taxonomy (Soil Survey Staf, 1998), tanah sulfat masam aktual adalah lahan sulfat masam yang telah mengalami oksidasi sehingga mempunyai lapisan sulfurik dengan ketebalan minimal 15 cm pada kedalaman 0-50 cm. Lapisan sulfurik dicirikan oleh $\text{pH} < 3,5$, termasuk dalam ordo Inceptisol dan grup *sulfaquept*, sedangkan tanah sulfat masam potensial adalah tanah sulfat masam yang mengandung lapisan sulfidik dan belum mengalami oksidasi. Lapisan sulfidik dicirikan oleh adanya lapisan pirit dengan kandungan $> 2\%$, umumnya mempunyai $\text{pH} 3,5-4,0$, termasuk ordo Entisols dan termasuk grup *sulfaquent*.

Untuk memudahkan dalam pengelolaan lahan, tanah sulfat masam oleh Widjaja-Adhi *et al.* (1992) dibagi menjadi dua, yaitu tanah sulfat masam aktual dengan penciri horizon sulfurik dimasukan kedalam lahan sulfat masam, sedangkan tanah sulfat masam potensial dengan penciri lapisan sulfidik dimasukan kedalam lahan potensial. Berkaitan dengan sangat beragamnya kondisi lahan yang memiliki horizon sulfurik dan lapisan sulfidik, maka dilakukan pembagian yang lebih rinci (Subagyo, 2006), yaitu : lahan sulfat masam potensial (bahan sulfidik 0-50 cm), lahan potensial 2 (bahan sulfidik 51-100 cm), lahan potensial 1 (bahan sulfidik 101-150 cm), lahan sulfat masam bergambut (bahan sulfidik 0-50 cm ada lapisan gambut), lahan sulfat masam aktual 2 (horizon sulfurik 0-50 cm), lahan sulfat masam aktual 1 (bahan sulfidik 0-100, sebagian teroksidasi, $\text{pH} 3,5-4,0$) (Tabel 1). Dari pembagian tipologi lahan sulfat masam tersebut, maka dalam pemilihan lokasi untuk dimanfaatkan budidaya tanaman berkelanjutan hanya lahan potensial 1 dan 2.

Tabel 1. Pembagian tipologi lahan berpotensi pirit dan klasifikasi tanahnya.

Tipologi lahan	Karakteristik lahan	Klasifikasi tanah (Soil Taxonomy, 2010)
Lahan potensial		
Lahan potensial-1	Bahan sulfidik >100 cm, pH>4.0	Typic Hydraquents/ Endoaquents
Lahan potensial-2	Bahan sulfidik >50 cm, pH>4.0	Sulfic Hydraquents/ Endoaquents
Lahan sulfat masam		
Lahan sulfat masam potensial	Bahan sulfidik <50 cm, pH>4.0	Typic Sulfaquents
Lahan sulfat masam potensial bergambut	Bahan sulfidik <50 cm, pH>4.0	Histic Sulfaquents
Lahan sulfat masam aktual-1	Horison sulfurik <100 cm, pH 3.5-4.0	Sulfic Endoaquepts
Lahan sulfat masam aktual-2	Horison sulfurik <50 cm, pH<3.5	Typic Sulfaquepts

Sumber: Subagyo (2006)

Penataan lahan

Penataan lahan yang tepat juga dapat mengurangi resiko teroksidasinya lapisan pirit. Lahan yang ditata dengan sistem surjan atau tukangn membutuhkan kehati-hatian, agar lapisan pirit tidak terangkat ke permukaan dan teroksidasi. Seharusnya lahan yang dipilih untuk pembuatan surjan atau tukangn mempunyai kedalaman lapisan pirit > 100 cm.

Pembuatan surjan dilakukan secara bertahap dengan membuat tukangn terlebih dahulu dan mengambil tanah pada lapisan atas yang tidak mengandung pirit.. Selain itu, sebaiknya bagian guludan yang sudah terbentuk dibiarkan tercuci oleh air selama musim hujan agar asam-asam dan racun yang terbentuk tercuci, dan lahan siap ditanami.

Menurut Widjaja-Adhi (1995) dan Alihamsyah *et al*, (2000), lahan rawa pasang surut dapat ditata sebagai sawah, surjan dan tegalan disesuaikan dengan tipe luapan air dan tipologi lahan serta tujuan pemanfaatannya. Skenario penataan lahannya dapat mengacu kepada anjuran berikut (Tabel 2). Anjuran penataan lahan tersebut beracu pada karakteristik masing-masing tanah dan tipe luapan air, berdasarkan anjuran tersebut, terlihat bahwa untuk lahan sulfat masam sebaiknya disawahkan atau dijadikan persawahan tanpa pembuatan surjan. Dalam prakteknya, pembuatan surjan atau tukangn (gundukan) dilakukan secara bertahap, menggunakan tanah lapisan atas yang relatif lebih

subur, sehingga pengaruh kemasaman relatif lebih kecil, kemudian surjan atau tukungan dibiarkan tercuci air hujan beberapa bulan, baru ditanami.

Tabel 2. Anjuran penataan lahan pada rawa pasang surut

Tipologi Lahan	Tipe Luapan Air			
	A	B	C	D
Potensial	Sawah (Swh)	Swh/surjan	Swh/surjan/tegalan	Swh/tegalan/kebun
Sulfat masam	Swh	Swh/surjan	Swh/surjan/tegalan	Swh/tegalan/kebun
Bergambut	Swh	Swh/surjan	Swh/tegalan	Swh/tegalan/kebun
Gambut dangkal	Swh	Swh	Tegalan/kebun	Tegalan/kebun
Gambut sedang	-	Konservasi	Tegalan/perkebunan	Perkebunan
Gambut dalam	-	Konservasi	Tegalan/Perkebuna	Perkebunan
Salin	Swh/ Tambak	Swh/Tambak	-	-

Sumber: Widjaja Adhi, 1995.

Pemilihan komoditas

Senyawa pirit akan aman bila berada dalam kondisi alaminya, yaitu tergenang, karena itu komoditas yang akan dikembangkan pada tanah sulfat masam sebaiknya yang budidayanya membutuhkan genangan seperti padi dan sagu. Selain itu, juga dapat dijadikan lahan budidaya kayu gelam (*Melaleuca cajuputi* Roxb) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, kayu bakar dan lain-lain.

Budidaya tanaman yang membutuhkan kondisi kering seperti palawija, hortikultura dan tanaman tahunan, memberi peluang yang besar terjadinya oksidasi senyawa pirit. Pada penanaman padi musim kemarau di lahan sulfat masam, ada periode lahan berada dalam kondisi kering, terutama pada saat air surut dan curah hujan yang rendah, akibatnya terjadi oksidasi sebagian senyawa pirit sehingga terjadi penurunan pH tanah selama masa pertanaman padi di musim kemarau seperti yang terlihat pada Tabel 3, karena itu meskipun dilakukan budidaya basah seperti padi, tetap membutuhkan teknologi budidaya dengan oksidasi pirit seminimal mungkin.

Tabel 3 Dinamika pH, DHL, besi, sulfat dan bahan organik tanah pada pertanaman padi musim kemarau di lahan sulfat masam

Waktu	pH	DHL	Fe- <i>tsd</i>	F- <i>lrt</i>	SO ₄ - <i>tsd</i>	SO ₄ - <i>lrt</i>	BOT
MST		µS/cm	----- me/100g -----				%
0	3.72 a	292.05 b	8.59 b	1.48 c	6.36 cd	0.74 bc	14.17 a
2	3.65 a	360.35 a	5.19 c	0.74 d	6.55 bcd	0.61 cd	11.79bc
4	3.61 a	316.60 ab	9.84 a	2.09 b	7.71 ab	0.81 abc	11.48 c
6	3.64 a	326.60 ab	10.44a	3.17 a	6.30 cd	0.83 ab	11.36 c
8	3.36 b	334.95 ab	8.12 b	1.26 c	8.15 a	1.00 a	12.23 bc
10	3.38 b	301.35 ab	5.46 c	1.10 cd	6.75 bc	0.64 bcd	12.62 b
12	3.32 b	276.35 b	3.06 d	0.30 e	5.26 d	0.53 d	12.90 b

tsd = tersedia; *lrt* = terlarut; BOT = bahan organik tanah. MST = minggu setelah tanam Angka sekolom diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata (DMRT)

Sumber : Anwar (2006)

Penggenangan

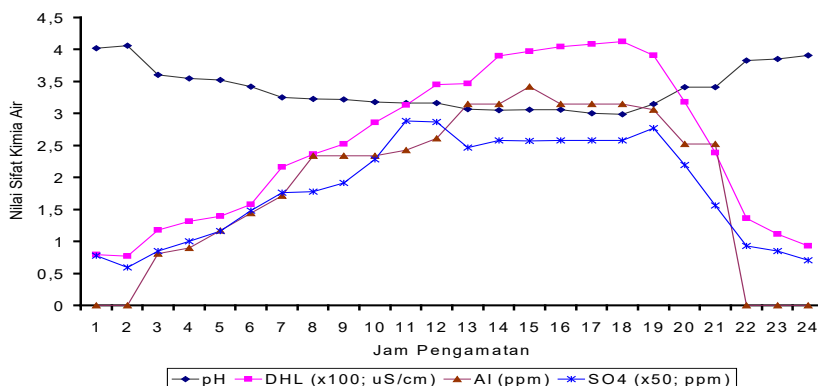
Oksidasi pirit membutuhkan suplai O₂ (oksigen). Lahan tergenang mempunyai kadar O₂ yang sangat kecil, tetapi pada kondisi kering, ketersediaan oksigen meningkat dan memicu terjadinya oksidasi pirit. Karena itu, untuk mencegah terjadinya oksidasi pirit perlu pengelolaan air yang terkendali agar oksidasi dapat diminimalkan tetapi lahan tetap produktif. Selama pertumbuhan tanaman padi, diusahakan lahan selalu tergenang, tetapi bila kondisi ini dipertahankan maka dapat memunculkan keracunan besi pada tanaman padi. Untuk itu, lahan perlu didrainase setiap minggu pada saat surut, agar ion besi ferro dan bahan racun lainnya yang terbentuk dapat tercuci saat air dikeluarkan pada petak sawah.

Untuk mencegah terjadinya oksidasi pirit di lahan sawah, maka permukaan lahan sawah perlu digenangi. Kondisi ini dapat diciptakan dengan menerapkan sistem tabat limpas (dam/stoplog) untuk menahan air keluar dari petakan sawah. Agar tinggi muka air dapat diatur, maka tinggi muka pintu tabat limpas diatur agar sejajar dengan ketinggian muka air disawah yang diinginkan, yaitu sekitar 3-5 cm. Genangan yang melebihi tinggi permukaan atas pintu tabat limpas secara otomatis akan keluar dari petak sawah. Pemasangan pintu tabat limpas dilakukan secara bertingkat, mulai petak sawah, saluran kuartier hingga saluran tersier agar kebocoran air dapat diminimalkan. Beberapa model pintu tabat limpas disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Model tabat limpas dari bahan kayu di lahan rawa tipe luapan C. Dokumen: Anwar (2008, 2017) dan M. Noor (1996)

Penggenangan yang terus menerus akan meningkatkan konsentrasi Fe^{2+} dan dapat meracuni tanaman padi. Oleh karena itu air genangan perlu dibuang dari petak sawah setiap minggu, dan petak sawah diisi lagi dengan air hujan atau air pasang dari sungai. Agar air sungai tidak tercampur dengan air buangan dari sawah maka perlu diterapkan sistem aliran satu arah pada berbagai jenjang aliran air, mulai petak sawah, saluran kuartier, tersier dan sekunder. Pengisian petak sawah dengan air sungai sebaiknya dilakukan disekitar puncak pasang, karena saat itu air berada pada kualitas yang paling baik, hal ini terlihat dari dinamika kualitas air pasang surut selama 24 jam (Gambar 5).



Gambar 5. Fluktuasi kualitas air saluran sekunder selama 24 jam pada musimhujan 2003/2004, di Kebun Percobaan Belandean, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan (Anwar, 2006). Puncak pasang terjadi pada jam 02.00

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggenangan selama masa pertanaman musim hujan akan meningkatkan pH tanah, hal ini terjadi karena adanya proses reduksi yang mengikat ion H^+ . Selain itu, pemberian kompos jerami berperan membantu meningkatkan pH tanah, karena dekomposisi bahan organik akan menghasilkan elektron sehingga tanah semakin reduktif (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh pemberian kompos jerami dan lama genangan terhadap pH tanah sawah pada pertanaman padi musim hujan.

Lama genangan (minggu)	pH	Kompos jerami (t/ha)	pH
0	3.17 d	0.0	3.26 b
2	3.23 d	0.9	3.28 ab
4	3.19 d	1.8	3.34 a
6	3.55 a	2.7	3.34 a
8	3.42 b	3.6	3.35 a
10	3.41 b		
12	3.30 c		

Angka sekolom diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata (DMRT)

Sumber : Anwar (2006)

Teknologi Remediasi Lahan Sulfat Masam

Pengelolaan konservatif merupakan model pengelolaan sekaligus pemulihan terhadap tanah sulfat masam yang telah mengalami oksidasi pirit (sakit) sehingga dapat dimanfaatkan untuk budidaya tanaman dan lingkungan perairan. Model pengelolaan ini antara lain:

Pencucian lahan

Tanah sulfat masam yang sudah mengalami oksidasi menghasilkan berbagai ion toksik. Untuk mengurangi ion tersebut, maka lahan perlu dicuci. Pada lahan pasang surut tipe luapan B, pencucian dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi tata air aliran satu arah, dimana air pasang sungai dimasukan ke lahan melalui pintu masuk (inlet), dan air yang mengandung ion toksik dari sawah dikeluarkan saat air surut melalui pintu keluar (outlet). Pada lahan pasang surut tipe luapan C (tidak terluapi air pasang), lahan dicuci selama 3-4 minggu pada awal musim hujan agar ion toksik tercuci, setelah

itu dilakukan penahanan air agar lahan tergenang sesuai keperluan tanaman padi dengan penerapan pintu tabat limpas secara berjenjang. Beberapa hasil penelitian skala laboratorium dan rumah kaca menunjukkan bahwa pencucian tanah berpirit membawa ion-ion penyebab keracunan tanaman seperti H^+ , SO_4^{2-} , Al^{3+} , dan Fe^{2+} , juga membawa ion-ion yang diperlukan tanaman seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ (Hatta, 2000 dan Rachim *et al.*, 2000). Kesimpulan yang sama juga didapat pada penelitian/pengamatan skala lapangan. Kekurangan hara akibat pencucian dapat diatasi dengan pemberian hara melalui pemupukan (Notohadiprawiro 1986; Konsten *et al.* 1990; Suriakarta *et al.*, 1992; Subagyo *et al.* 1997; Murtiaksono *et al.* 2001; Sarwani 2001).

Untuk kelancaran pencucian ion toksik pada lahan sulfat masam diperlukan jaringan drainase berupa kemalir atau parit cacing disertai saluran drainase dangkal disekeliling petak sawah. Jarak antar kemalir sangat tergantung kondisi lahan, semakin besar potensi ion toksik pada lahan sawah semakin banyak saluran kemalir yang diperlukan. Hasil penelitian Anwar (2001) menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kemasaman tanah semakin rapat kemalir yang diperlukan. Pada pertanaman padi di lahan sulfat masam dengan potensi kemasaman dan keracunan Fe yang tinggi ($pH < 4$) diperlukan jarak antar kemalir 3 m dan dicuci tiap minggu dengan air pasang, sedangkan tanah dengan kemasaman yang ringan ($pH > 4$), jarak antar kemalir 6 m dan dicuci tiap minggu. Drainase yang kurang lancar akan menyebabkan munculnya keracunan besi (Fe). Widjaja Adhi (1994) menyarankan jarak antar kemalir berdasarkan kedalaman pirit seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Jarak antar kemalir pada persawahan di lahan sulfat masam

Kriteria Kedalaman Pirit dlnya	Kedalaman Pirit (cm)	Jarak Antar Saluran (m)
Dalam	> 100	9 -12
Sedang	50-100	6-9
Dangkal	< 50 dan $pH > 3,5$	3-6
Lahan tidur	$pH < 3,5$	3

Sumber: Widjaja Adhi, 1994.

a. Penggunaan varietas padi toleran

Dalam menanggulangi dampak oksidasi pirit, selain melalui aspek tanah dan air, juga dilakukan dengan menanam varietas padi adaptif, sehingga lahan masih bisa ditanami walau sudah tercemar oleh ion ion racun. Para pemulia tanaman telah mendapatkan beberapa varietas padi tanaman pangan

yang relatif adaptif. Varietas padi pasang surut yang dihasilkan antara lain: Banyuasin, Dendang, Batang Hari, Punggur, Indra Giri, Margasari, Martapura Inpara 1, 2, 3, 4, 5, 6, , 8 dan 9. Tiap varietas tersebut umumnya adaptif di lahan sulfat masam dan toleran terhadap keracunan besi atau aluminium. Deskripsi varietas padi tersebut disajikan pada Tabel 6 (Puslitbangtan, 2014).

Tabel 6. Potensi Hasil dan Toleransi Varietas Padi Unggul Rawa Pasang Surut

Nama Varietas	Umur Panen (hari)	Potensi Hasil (t/ha)	Toleran keracunan	Ketahanan Cekaman Air
Inpara 1	131	6,5	Al, Fe	-
Inpara 2	128	6,0	Al, Fe	-
Inpara 3	127	5,6	Al, Fe	Terendam
Inpara 4	135	7,6	-	Terendam
Inpara 5	122	7,2	-	Terendam
Inpara 6	117	6,0	Fe	-
Inpara 7	114	5,1	Al, Fe	-
Inpara 8 Agritan	115	6,0	Fe	
Inpara 9 Agritan	114	5,6	Fe	
Dendang	123-127	5,0	Al, Fe, salinitas	-
Margasari	120-125	4,5	kemasaman, Fe	-
Martapura	120-125	5	kemasaman, Fe	-
Indragiri	117	6,0	Al,Fe	-
Mendawak	115	5	Al, Fe, salinitas	-
Lambur	120	4	Al, Fe	-
Siak Raya	125	6	-	-
Air Tenggulang	125	6	-	-
Punggur	117	5,5	-	-
Banyuasin	118-122	6,0	Al, Fe	-
Batang Hari	115-128	6,5	Fe	-

Sumber : Puslitbangtan, 2014.

Beberapa tanaman palawija seperti kedelai, jagung dan kacang tanah juga banyak memiliki toleransi kemasaman. Tanaman palawija yang memiliki toleransi kemasaman juga dapat mengurangi jumlah kapur yang diberikan. Hasil penelitian Koesrini (2011) menunjukkan beberapa varietas kedelai toleran terhadap kemasaman di lahan sulfat masam antara lain Wilis, Anjasmoro, Grobogan, Menyapa, Tampomas, dan Lawit, sedangkan hasil

penelitian Anwar *et. al* (2000) menunjukkan bahwa varietas kacang tanah yang adaptif di lahan sulfat masam antara lain, gajah, jerapah, singa, kancil dan pelanduk.

b. Ameliorasi

Ameliorasi tanah adalah pemberian bahan amelioran yang dapat memperbaiki sifat kimia, fisik atau biologi tanah. Beberapa bahan yang dapat memperbaiki sifat kimia tanah antara lain, kapur, pupuk organik (kompos), pupuk kandang, abu sekam, abu gergaji, dan fosfat alam. Ameliorasi ditujukan untuk memperbaiki lahan yang sudah tercemar atau sudah mengalami oksidasi pirit.

Pemberian Kapur. Pemberian kapur menurunkan kemasaman tanah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kapur dapat mengurangi aktifitas Al, Fe, Mn dan SO₄ dalam larutan tanah, serta meningkatkan pH tanah. Tingkat penurunan bahan toksik ditentukan berbagai faktor, antara lain: kandungan awal bahan toksik, daya sangga tanah, pH awal tanah, takaran dan sumber kapur yang diberikan, teknik aplikasi kapur, dan lain-lainnya (Anwar 1983, 1989, Oborn ,1993; Brown *et al.*, 2007).

Perbedaan mendasar antar tanah mineral masam di lahan rawa dengan di lahan kering adalah kandungan bahan organik. Permukaan lahan sulfat masam sebelumnya di lapisi oleh lapisan bahan organik (gambut), maka secara otomatis kadar bahan organik pada tanah sulfat masam termasuk kriteria tinggi sampai dengan sangat tinggi, seperti yang terlihat dari beberapa hasil analisis tanah sulfat masam yang dikemukakan oleh Anwar dan Alwi (2014) dan Subagio (2006). Kadar bahan organik tanah yang tinggi menyebabkan daya sangga tanah juga tinggi, sehingga pemberian kapur dengan tujuan meningkatkan pH tanah membutuhkan jumlah kapur yang sangat banyak.

Pemberian kapur pada lahan sulfat masam tujuan utamanya bukan untuk menaikkan pH tanah optimum tanaman, tetapi untuk memperbaiki kondisi lingkungan kimia perakaran tanaman dan memenuhi kebutuhan hara Ca dan Mg. Dalam prakteknya, tanaman padi dan palawija dapat tumbuh normal pada kisaran pH 4,3-4,5 di tanah sulfat masam, tidak diperlukan pH optimal tanaman yang berada pada kisaran pH 5.5-6,5. Kunci utama terletak pada penggunaan varietas toleran kemasaman dan tata air yang baik.

Anwar (2014) merangkum beberapa hasil penelitian Balittra selama periode 1984-2012, disimpulkan bahwa lahan sulfat masam potensial dengan pH < 4 perlu diberi kapur dolomit sebesar 2-3 t/ha, tetapi bila pH > 4 cukup

diberi 1 t/ha, sedangkan Anwar *et.al* (2009) menunjukkan bahwa pada lahan sulfat masam aktual cukup diberikan kapur sebesar 3,45 t/ha dan untuk lahan sulfat masam actual dibeikan 6,58 t/ha. Untuk tumbuh normal, pH 4,5 sudah memberi pertumbuhan tanaman kedelai yang normal (Tabel 7).

Tabel 7. Keragaan hasil kedelai di lahan sulfat masam potensial, desa Simpang Jaya, Kabupaten Barito Kuala, MK 2009

Takaran Kapur (t/ha)	Lawit (t/ha)	Anjasmoro (t/ha)	Argomulyo (t/ha)	Rata-Rata (t/ ha)
13,80	2,964	2,948	1,582	2,498 a
10,35	2,326	3,783	2,005	2,705 a
6,90	2,852	3,033	1,623	2,503 a
3,45	3,342	3,047	1,635	2,675 a
0	2,048	2,101	1,297	1,815 b
Rata-rata	2,706 ab	2,982 a	1,628 c	2,439

Sumber : Anwar (2009)

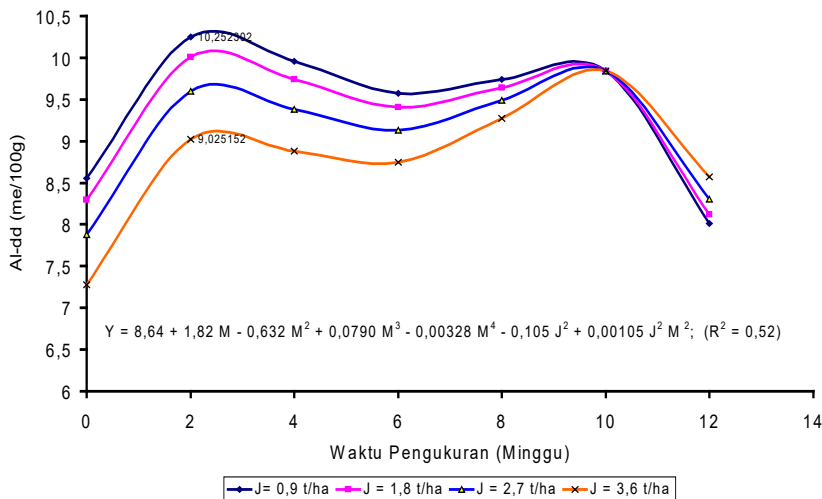
Pemberian Bahan Organik. Pada pertanian lahan rawa, bahan organik yang berpotensi digunakan adalah jerami padi, gulma dan bahan gambut. Selama ini para petani jarang mengembalikan jerami padi dalam bentuk organik, tetapi dalam bentuk anorganik melalui abu. Hal ini berarti telah menghilangkan kemampuan gugus fungsional bahan organik. Bahan organik apabila terdekomposisi merupakan sumber hara dan akan menghasilkan gugus fungsional hidroksil dan karboksil. Gugus fungsional tersebut akan mengikat Al, Fe, Mn dan unsur mikro lainnya sehingga menurunkan reaktifitas unsur tersebut (Bohn *et al.*, 2002; Senesi, 1994). Pada tanah sulfat masam yang mempunyai pH rendah, ion Fe memiliki kemampuan terikat relatif lebih kuat. Hal ini terlihat dari deret jerapan yang dikemukakan Schnitzer (1997), yaitu:

pH 4,7 : Hg= Fe= Pb=Al = Cr > Cu > Cd> Ni = Zn >Co> Mn

pH 3,7 : Hg> Fe > Pb>Al > Cu > Cr > Cd = Zn=Ni=Co= Mn

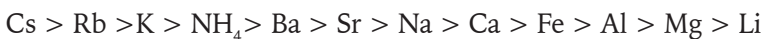
pH 2,4 : Hg> Fe > Pb>Al = Cu > Ni> Cr = Zn= Cd = Co = Mn

Hasil penelitian Anwar (2006) menunjukkan bahwa pemberian kompos jerami pada pertanaman padi pada lahan sulfat masam menurunkan Al-dd tanah (Gambar 6).



Gambar 6. Dinamika Al-dd tanah sawah dengan berbagai takaran kompos jerami pada lahan sulfat masam. Sumber : Anwar (2006)

Pemberian Zeolit. Zeolit merupakan batuan yang memiliki sifat –sifat spesifik, yaitu (a) mampu melakukan pertukaran ion, (b) dapat berfungsi sebagai penyaring molekuler, (c) sebagai katalis, dan (d) dapat mengalami dehidrasi maupun rehidrasi. Zeolit memiliki KTK antara 200-300 cmol/kg yaitu 2-3 kali KTK smektif dan vermikulit (Ming dan Mumpton, 1989). Dari segi stabilitas, zeolit tergolong tahan terhadap lingkungan asam sehingga kerusakan struktur dapat dihindari dan reaktifitas zeolit dapat ditingkatkan dengan pengasaman (Anwar, 1992). Menurut Astiana (1993), rongga zeolit merupakan permukaan aktif, dan terdapat basa-basa seperti K, Na, Ca dan Mg yang dapat dipertukarkan oleh kation-kation lain. Selektivitas pertukaran tersebut mengikuti deret berikut :



Apabila dalam larutan tanah banyak dijumpai Fe dan Al, maka kedua ion ini akan lebih mudah menggantikan kedudukan kation K, Na ataupun Ca. Dengan demikian zeolit dapat dipakai untuk mengurangi kelarutan Fe dan Al termasuk anion SO_4^{2-} . Peranan zeolit ini dapat ditingkatkan melalui dealuminasi, alkalisasi maupun dehidratasi (Ming dan Mumpton, 1989). Dalam kasus oksidasi pirit, peran zeolit sangat kecil, karena tingginya tingkat kemasaman dan kelarutan ion racun pada tanah sulfat masam, akibatnya zeolit cepat jenuh, hal ini terlihat dari hasil penelitian Anwar (2006).

c. Penggunaan mikroba penghambat oksidasi

Penggunaan bahan penghambat oksidasi pirit merupakan teknologi mutakhir dalam mengatasi permasalahan pada tanah sulfat masam. Berdasarkan hasil pengkajian Pulford *et al.* (1988) diketahui bahwa phenanthroline, fosfat, silikat, sitrat, dan EDDA (*Ethylenediamine di-orthohydroxyphenylacetic acid*) dapat digunakan sebagai agen pengkomplek/pengendap ion besi ferro; dan Panasida (*2,2' dyhydrpxy 5,5' dichlorophenylmethante*) merupakan bakterisida yang berpotensi digunakan untuk mencegah kerja dari bakteri pengoksidasi (*Thiobacillus ferrooxidans*). Pengkajian lebih lanjut aplikasi bahan tersebut diperlukan untuk mengetahui efektifitasnya.

d. Penggunaan biofilter dan khemofilter untuk pencemaran air

Dampak oksidasi pirit juga terjadi pada perairan, dalam bentuk peningkatan kemasaman dan kelarutan unsur-unsur racun sehingga dapat menyebabkan ikan-ikan mati, mudah terserang penyakit dan terjadi suksesi ikan. Sammut *et al.* (1995) mendapatkan adanya pencemaran asam, Fe dan Al di perairan Australia Timur akibat oksidasi pirit. Hal ini mengakibatkan biota dan habitat perairan terganggu serta ikannya mati. Menurut Masak *et al.* (2000), pencemaran pada saluran drainase berdampak terhadap penurunan oksigen terlarut, matinya ikan dan cacing serta meningkatnya spesies yang toleran kemasaman. Selain itu terjadi koagulasi butir-butir liat dalam air sehingga saluran air tersier dan sekunder menjadi dangkal, dan air terlihat bening (Gambar 7). Tingginya ion besi yang terbentuk bila teroksidasi akan membentuk karat besi yang berwarna merah dan mencemari badan-badan air.



Gambar 7. Air saluran kawasan sulfat masam menjadi bening karena butir butir liat terkoagulasi dan mengendap pada dasar saluran. Dokumen: Anwar (2006)

Pencemaran air umumnya terjadi pada musim hujan, karena terjadinya pencucian bahan beracun ke badan air seperti saluran tersier dan sekunder. Pada musim kemarau dampaknya relatif lebih kecil karena air pencuci dari hujan rendah, serta semakin jauhnya air sungai masuk ke saluran sekunder dan tersier. Perbedaan ini sesuai hasil pengukuran yang dilakukan oleh Anwar (2006).

Dampak pencemaran terhadap air semakin besar dengan semakin jauh dari muara sungai atau saluran sekunder, hal ini berkaitan dengan kemampuan penetralan air sungai terhadap air drainase yang mengandung ion racun tersebut. Kemampuan air pasang masuk ke hulu semakin menurun dengan semakin jauh dari muara sungai atau saluran. Dari tabel 7 tersebut terlihat bahwa semakin jauh dari sungai Barito, kualitas air saluran sekunder semakin jelek.

Tabel 7. Kualitas Air Saluran Sekunder Terantang Saat Pasang Berdasarkan Jarak dari Sungai Barito,

Sifat Kimia Air	Jarak dari muara saluran sekunder (Sei. Barito) (Km)				
	0	2,5	4,0	5,5	7,0
pH	5,73	5,61	3,81	2,64	2,76
DHL (uS/cm)	50	82	403	945	1089
Al ³⁺ (me/L)	0,01	0,02	0,42	0,39	0,40
Fe ²⁺ (me/L)	0,03	0,04	0,10	0,31	0,53
Mn ²⁺ (me/L)	tu	tu	tu	0,02	0,02
SO ₄ ²⁻ (me/L)	0,03	0,07	2,32	5,35	6,91
Ca ²⁺ (me/L)	0,31	0,40	0,44	0,43	0,45
Mg ²⁺ (me/L)	0,16	0,22	0,80	1,34	1,53
K ⁺ (me/L)	0,02	0,02	0,06	0,09	0,09
Na ⁺ (me/L)	0,08	0,16	0,81	1,35	1,35

tu = tidak terukur. Sumber: Anwar *et al.* (1994)

Beberapa penelitian yang dilakukan Anwar (2006) menunjukkan bahwa biofilter insitu mempunyai kemampuan dalam mengurangi ion toksik yang keluar dari lahan sawah sulfat masam, sedangkan khemofilter seperti zeolite,

arang aktif, dan kapur cepat jenuh sehingga membutuhkan bahan khemofilter dalam jumlah besar dan tidak aplikatif di lapangan.

Penggunaan Biofilter. Biofilter adalah bahan hidup yang berfungsi menurunkan bahan pencemaran. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa gulma-gulma rawa *in situ* punya potensi sebagai biofilter, antara lain purun tikus (*Eleocharis dulcis*), bulu babi (*Eleocharis retroflaxa*), teratai (*Nymphoides indica*), ganggang (*Hydrilla verticillita*), rumput air (*Hydrotrophus echinospermus*), dan benta (*Leesia hexandra Sw.*) (Gambar 8).



Gambar 8. Biofilter pada kawasan tanah sulfat masam : (1) purun tikus (*Eleocharis dulcis*), (2) bulu babi (*Eleocharis retroflaxa*), (3) teratai (*Nymphoides indica*), (4) ganggang (*Hydrilla verticillita*), (5) rumput air (*Hydrotrophus echinospermus*), dan (6) purun tikar (*Eleocharis congesta*).

Sumber : Anwar, 2006.

Gulma yang sudah tua mempunyai kemampuan memfilter ion Fe lebih besar dibanding yang muda, tetapi lebih kecil kemampuannya dalam memfilter ion sulfat. Sebagian dari ion tersebut menempel pada batang gulma dan sebagian lagi terserap oleh akar, menumpuk di bagian batang gulma. Penelitian penggunaan purun tikus dan bulu babi menunjukkan bahwa kandungan H^+ , SO_4^{2-} , Al^{3+} , Fe^{2+} menurun pada air yang mengalir melintasi barisan biofilter. Purun tikus dapat menyerap Al dan Fe dalam jumlah besar dan mengakumulasi dalam jaringan tanaman. Hasil analisis

daun menunjukkan bahwa purun tikus dan kelakai (*Stenochlaena palustris*) merupakan penyerap Fe yang tinggi. Purun kudung (*Lepironea articulata*) mengakumulasi Fe dalam jaringan tanaman rata-rata sebesar 273,4 mg kg⁻¹, sedangkan kelakai sebesar 265,0 mg kg⁻¹ (Anwar, 2006; Mulyanto *et al.*, 1999).

Menurut Suriawiria (2003), kemampuan tanaman sebagai biofilter karena tanaman mempunyai mikroba rhizosfera yang mampu mengurai bahan organik dan anorganik di sekitar akar sehingga meningkatkan pH air buangan, menurunkan kandungan logam-logam berat, dan mereduksi beberapa jenis logam. Beberapa biofilter yang sudah dikenal antara lain enceng gondok (*Eichaeia crassipes*), kayambang (*Silvina molesta*), ki apu (*Pistia stratiotes*), dan mendong (*Fimbristylis globulosa*). Hasil penelitian Anwar dan Susilawati (2013a dan 2013b) menunjukkan bahwa pada saluran drainase yang selalu tergenang, purun tikus rata-rata mengakumulasi 1.0 g Fe dan 0.625 g S per m² pada musim kemarau; 47.745 g Fe dan 0.486 g S per m² pada musim hujan, sedangkan bulu babi rata-rata mengakumulasi 11.296 g Fe dan 0.250 g S per m² pada musim kemarau, 29.042 g Fe dan 1.285 g S per m² pada musim hujan.

Fe dan S lebih banyak diakumulasi pada bagian akar purun, sedangkan bulubabi pada bagian batang, namun pada musim hujan Fe lebih banyak diakumulasi pada batang purun dibanding bagian akarnya. Terjadi perubahan nilai sifat kimia air drainase setelah dialirkan melalui biofilter. Hasil penelitian Anwar (2006) dan Anwar dan Susilawati (2013) menunjukkan bahwa bulu babi dan purun tikus mampu meningkatkan pH dan menurunkan konsentrasi Fe²⁺ dan Al³⁺ air drainase. Efektifnya biofilter tersebut karena bulu babi dan purun tikus mempunyai kemampuan untuk menempelkan sementara ion besi pada bagian tubuhnya yang kontak dengan air.

Penggunaan Khemofilter. Khemofilter kimia merupakan sebuah filter mekanik yang bekerja pada skala molekuler dengan menangkap bahan terlarut seperti gas, bahan organik terlarut dan ion-ion tertentu. Khemofilter dapat melakukan fungsinya dengan tiga cara, yaitu (1) serapan, (2) pertukaran ion, dan (3) jerapan (Anonim, 2002). Beberapa bahan kimia yang dapat berfungsi sebagai khemofilter adalah kapur, arang kayu, arang aktif dan zeolit.

Arang aktif memiliki ruang pori sangat banyak dengan ukuran tertentu, dengan luas permukaan 500-1500 m² sehingga sangat efektif menangkap partikel halus berukuran 0,01-0,0000001 mm. Pori-pori ini dapat menangkap partikel-partikel yang sangat halus (molekul) dan menjebakanya disana. Dilihat dari kemampuannya dalam mengabsorbsi molekul, maka arang

aktif mempunyai kemampuan yang sangat besar untuk mengabsorpsi ion meracun air drainase dari tanah sulfat masam, termasuk gas-gas yang ada dalam larutan. Hasil penelitian Pari (1996) pada air sumur tercemar, arang aktif dari serbuk gergajian sengon mampu mengabsorpsi (menarik) logam Fe, Mn, Zn, dan anion SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , dan Cl^- serta menjernihkan air. Arang aktif dapat dibuat dari berbagai bahan organik yang ada di masyarakat, antara lain dari cangkang/sabut kelapa, serbuk gergaji kayu, batubara, dan lain-lain. Menurut Pari (2002), pada tahun 1986 di Kalimantan telah berdiri pabrik arang aktif dari limbah serbuk gergajian kayu sebagai bahan baku utama.

Arang kayu/serbuk merupakan arang hasil pembakaran kayu/serbuk, baik melalui sistem timbun, kiln bata atau menggunakan drum. Menurut Pari (2002), secara morfologis arang memiliki pori yang efektif untuk mengikat atau menyimpan hara, dan dapat berfungsi untuk meningkatkan pH tanah dan menyerap kelebihan CO_2 . Adanya pori pada arang kayu tersebut diharapkan dapat berfungsi sebagai pengabsorpsi ion-ion meracun dan gas dari air drainase.

Kapur merupakan bahan penetral sumber kemasaman tanah dan air. Air drainase yang mengandung ion meracun dapat bereaksi dengan kapur sehingga konsentrasi ion meracun menjadi menurun, sedangkan zeolit dengan fungsinya sebagai penyaring molekuler akan mampu menyaring ion meracun seperti Fe, Al dan SO_4 yang berada dalam air drainase sehingga konsentrasi ion tersebut dalam air yang melewati zeolit akan lebih rendah.

Hasil penelitian Anwar dan Susilawati (2013) menyimpulkan bahwa (a) kapur, arang aktif dan arang bakar mempunyai kemampuan menurunkan kemasaman air yang melaluinya. Dolomit mampu menaikkan pH air diatas 5,0, sedangkan arang aktif 4,3 sedikit diatas arang bakar. Kemampuannya dipengaruhi oleh macam khemofilter dan ukuran butir. Dolomit lebih efektif dibanding arang aktif dan arang aktif lebih aktif dibanding arang bakar; (b) semakin kecil ukuran butir semakin besar kemampuannya dalam meningkatkan pH air drainase, namun semakin sedikit air debit air yang keluar melalui khemofilter, dan semakin cepat jenuh; (c) kelemahan dalam aplikasi di lapangan adalah cepat jenuh karena kualitas air drainase kawasan sulfat masam yang sangat jelek sehingga membutuhkan jumlah khemofilter yang sangat banyak.

Penutup

Senyawa pirit (FeS_2) merupakan penciri utama pada tanah sulfat masam. Oksidasi pirit meningkatkan kemasaman tanah dan SO_4 , akibatnya kelarutan ion-ion Al, Mn, Fe^{3+} , dan beberapa unsur mikro lainnya juga meningkat. Bila lahan tergenang kembali, maka kelarutan Fe^{2+} meningkat, sehingga menghambat pertumbuhan tanaman padi. Bila ion ini tercuci oleh air hujan atau luapan air pasang, maka badan-badan air akan tercemar oleh ion-ion tersebut, sehingga biota perairan banyak yang mati dan terjadi suksesi ikan rawa.

Untuk mengatasi kondisi tersebut dibutuhkan pengelolaan adaptif dan konservatif. Pengelolaan adaptif merupakan model pengelolaan yang menyesuaikan dengan sifat dan situasi untuk mencegah atau meminimalkan terjadinya oksidasi senyawa pirit, sedangkan pengelolaan konservatif merupakan model pengelolaan terhadap tanah yang senyawa piritnya sudah terlanjur mengalami oksidasi.

Pengelolaan konservatif berupa upaya pencegahan/minimalisasi terhadap oksidasi pirit, dapat dilakukan dengan (1) hanya memanfaatkan lahan yang mempunyai kedalaman lapisan pirit lebih dari 50 cm, (2) memanfaatkan lahan untuk persawahan atau budidaya yang membutuhkan genangan, dan (3) penggenangan. Teknologi remediasi mencakup (1) pencucian lahan, dengan menerapkan sistem aliran satu arah dengan penggunaan pintu sistak (pintu ayun dan pintu tabat limpas) untuk lahan sulfat masam tipe luapan B, dan pemanfaatan tabat limpas untuk lahan sulfat masam tipe luapan C, (2) penggunaan varietas toleran, dan (3) ameliorasi.

Untuk mengurangi pencemaran air dan lahan sawah, prinsipnya adalah menurunkan konsentrasi bahan pencemar dalam air dan di petakan sawah. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengalirkan air sungai atau air hujan sebagai pengencer, dan melakukan filterisasi terhadap air masuk dan keluar petakan sawah dengan menggunakan biofilter (bulubabi atau purun tikus).

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T., E. E. Ananto, H. Supriadi, I. G. Ismail dan DE. Sianturi. 2000. Dwi Windu Penelitian Lahan Rawa: Mendukung Pertanian Masa Depan. Proyek Penelitian Pengembangan Pertanian Rawa Terpadu –ISDP. Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Alloway BJ. and Ayres DC. 1997. Chemical Principles of Enviromental Pollution. Second edition. London : Blackie Acad. & Professional.
- Anonim. 2002. Filter Kimia. Di dalam O-Fish (Ornamental-Fish Information Service). Highlight. <http://www.O-fish.com/Filter/filter.uv.htm>.
- Anwar K. 1983. Pengaruh pemberian gambut pada tanah sulfat masam terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan jagung [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Fak. Pertanian, Departemen Ilmu Tanah.
- Anwar K. 1989. Pengaruh pemberian kapur dan fosfat alam terhadap beberapa sifat kimia tanah, pembentukan nodula, dan hasil kedelai pada tanah sulfat masam [Tesis]. Bandung : Universitas Padjadjaran, Fakultas Pascasarjana.
- Anwar S. 1992. Stability of natural zeolite amandements in acid soils. Thesis of master. Univ. Wisconsin, Medison.
- Anwar K, Sarwani M , Itjin R. 1994. Pengembangan pengelolaan air di lahan pasang surut: pengalaman dari Kalimantan Selatan. Di dalam: Sarwani M *et al.* (ed.). Pengelolaan Air dan Produktivitas Lahan Rawa Pasang Surut: pengalaman dari Kalimantan Selatan dan Tengah. Banjarbaru: Balittan Banjarbaru. hlm. 93-110.
- Anwar K. dan M. Alwi. 1994. Pengaruh pemberian kapur dan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan pasang surut sulfat masam. Risalah Hasil Penelitian Kacang-kacangan 1990-1993. Hal. 11-22. Balittan Banjarbaru. Banjarbaru.
- Anwar, K., Koesrini, Nurita, Y. Raihana dan E. Berlian. 2009. Pengembangan teknologi pemberian kapur dolomit berdasarkan batas kritis Al spesifik lokasi untuk meningkatkan produktivitas kedelai dan jagung lebih dari 50% dan efisiensi pemupukan lebih dari 20% pada lahan sulfat masam. Laporan Hasil Penelitian. Balittra Banjarbaru. 20 hal.
- Anwar K. 2006. Peningkatan Kualitas Tanah Sawah dan Air Buangan di Saluran Drainase pada Tanah Sulfat Masam. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anwar K, dan A. Susilawati. 2013a. Kemampuan Khemofilter dalam Menurunkan Kemasaman Air Drainase Lahan Sulfat masam. Prosiding Semnas Pertanian Ramah Lingkungan 2013. BBSDLP. Bogor.
- Anwar K, dan A. Susilawati. 2013b. Peranan Gulma Rawa dalam Meningkatkan Kualitas Air Drainase Lahan Sulfat Masam. Kemampuan Khemofilter dalam Menurunkan Kemasaman Air Drainase Lahan Sulfat masam. Prosiding Semnas Pertanian Ramah Lingkungan 2013 BBSDLP. Bogor.

- Anwar K. dan M. Alwi. 2014. Ameliorasi dan pemupukan tanaman kedelai di lahan rawa pasang surut. Buku Kedelai: lahan rawa pasang surut mendukung swasembada pangan dan bioindustri. IARRD Press. Balitbangtan. Jakarta.
- Anda M dan Siswanto B. 2002. Change of acid sulfate soil properties and water quality as affected by reclamation in a tidal backswamps area. Di dalam : Acid Sulphate Soil Management In Tropical Environments. 17th WCSS: Thailand, August 2002. Paper No 144: 1-14.
- Astiana S. 1993. Perilaku mineral zeolite dan pengaruhnya terhadap perkembangan tanah [Disertasi]. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Bohn HL, Myer RA, and O'Connor GA. 2002. Soil Chemistry. 3 Edition. New York: Jhon Willey & Sons.
- Balittra. 2001. 40 tahun Balittra: perkembangan dan program penelitian ke depan. Balittra.
- Balitbangtan. Deptan. Banjarbaru
- Breemen N van. 1976. Genesis and solution chemistry of acid sulphate soils in Thailand. [Pudoc]. Wageningen:Centre for Agric. Publ. and Duc.
- Breemen N van. 1993. Environmental aspects of acid sulphate soils. In: Dent DK and van Mensvoort MEF. (ed). Selected Paper of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils; Vietnam, March 1992. hlm.391-402
- Brown, T.T., R.T. Koenig, D.R. Huggins, J.B. Harsh, and R.E. Rossi, 2007. Lime effect on soil acidity, crop yield, and aluminium chemistry in direct-seeded cropping system. *Soil Sci. Soc.Am.J.* 72;634-640.
- Callinan RB, K. Sammut & GC Fraser. 1993. Dermatitis, branchitis and mortality in empire gudgeon *Hypseleotris Compressa* exposed naturally to runoff from acid sulfate soils. *Diseases of Aquatic Organisms*. 63:247-253. Australian.
- Cho KM, Ranamukhaarachchi SI, and Zoebisch MA. 2002. Cropping systems on acid sulphate soils in the central plains of Thailand: constraints and remedies. Di dalam : Acid Sulphate Soil Management In Tropical Environments. 17th WCSS: Thailand, August 2002. Paper No 812: 1-10.
- Dent D. 1986. Acid Sulphate Soils: A baseline for research and development. Wageningen: ILRI Publ. 39.
- Gerstler, Z. 1991. Behaviour of organik agrochemicals in irrigated soils. In: Chemistry, Agriculture and the Environment (Ed. M.L.Richardson). Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 332-369. Goring *et al.*, (1975).
- Hatta M. 2000. Pengaruh drainase dan pencucian terhadap sifat kimia tanah pada tanah sulfat masam (Hydraquentic Sulfaquepts) dari Delta Telang, Sumatera Selatan. [Tesis]. Bogor: IPB, Program Pascasarjana.

- Hardjowigeno S dan. Rayes ML 2001. Tanah Sawah. Bogor : IPB, Program Pascasarjana.
- Hick W, Bowman G, and Fitzpatrick R. 2002. The geochemistry of Australian tropical acid sulphate soils and their environmental hazard. Di dalam : Acid Sulphate Soil Management In Tropical Environments. 17th WCSS: Thailand, August 2002. Paper No 238: 1-10.
- Klepper O, Chairuddin G, and Hatta GM. 1993. Ecological Aspect of the Development of Acid Sulphate Soils in the Humid Tropics: ecological aspect of their development. Wageningen : AAARD & LAWOO.
- Konstens CJM, Suping S, Aribawa IB, and Widjaja-Adhi IPG. 1990. Chemical processes in acid sulphate soils in Pulau Petak, South and Central Kalimantan. In AARD/LAWOO (ed.). Paper Workshop on Acid Sulfate Soils In The Humid Tropics; Bogor, 20-22 November 1990. Bogor: AARD. hlm. 109-135.
- Koesrini, Nurita dan K. Anwar. 2011. Perbaikan kualitas lahan untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan rawa sulfat masam potensial. Jurnal Tanah dan Iklim Edisi Khusus Rawa. Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor
- Le Ngoc Sen. 1988. The evaporation and acidification process in an acid sulphate soils. In Dost H (ed). Selected Papers of the Dakkar Symposium on Acid Sulphate Soils; Dakar, January 1986. Wageningen : ILRI. Publ. 44. hlm. 135-149.
- Masak FJ., W. Hicks, EA Gardmen, GD Carlin, and DW Froggatt. 2000. Vol 41(7). 319-326. Bulletin Polusi.
- Mensvoort MEF van, Duang Van Ni and van der Schans J. 1991. Improvement of acid sulphate soils by leaching with salt or brackish water.. In: Detruurck P and Ponnampereuma FN. (ed). Rice Production on Acid Soils of The Tropics. Kandy: Inst.Fundamental Studies. hlm. 219-224.
- Mensvoort MEF van and Dent DL. 1998. Acid sulphate soils. In. Lal R, Blum WH, Valintine C, and Stewart BA.(ed). Method for Assesement of Soil Degradation. Florida: CRC Press LLC. hlm. 301-337.
- Ming DW and Mumpton FA. 1989. Zeolitesin Soils. In JB Dixon and SB Weed (eds) Mineralsin Soil Environments. 2nd ed. Soil Sci.Soc.Am.Madison.
- Moore PA and Patrick Jr. WH. 1993. Metal avaulability and uptake by rice in acid sulphate soils. In: Dent DK and van Mensvoort MEF. (ed). Selected Paper of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils; Vietnam, March 1992.hlm. 205-224.
- Mulyanto B., Suwardi, Sumawinata. 1999. Hubungan asosiasi vegetasi dengan sifat-sifat tanah dalam sekuen suksesi pada sistem pengelolaan lahan orang banjar (SPOB) di Kalimantan Selatan. Gakuryoku. IV (2):24-33.
- Murtalaksono K, Sudarmo, Sutandi A, Djajakirana A, Sudadi U. 2001. Model system drainase dalam hubungannya dengan oksidasi pirit serta

- pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah dan kualitas air pada tanah sulfat masam. Laporan Penelitian Hibang Bersaing Perguruan Tinggi T.A. 1998/99- 2000/01. Bogor : IPB, Fakultas Pertanian.
- Nugroho K, Alkasuma, Paidi, Wahdini W, Abdurachman, Suhardjo H, dan Widjaja-Adhi IPG. 1992. Peta areal potensial untuk pengembangan pertanian lahan pasang surut rawa dan pantai. Proyek Penelitian Sumber Daya Lahan. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Notohadiprawiro T. 1986. Tanah Estuarin: watak, sifat, kelakuan dan kesuburannya. Jakarta: Ghalia Indonesia
- Oborn I. 1993. Effect of liming and P-fertilization on cereals grown on an acid sulphate soil in Sweden. In: Dent DK and van Mensvoort MEF. (ed). Selected Paper of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils; Vietnam, March 1992 Hlm.225-236.
- Pari G. 1996. Pembuatan arang aktif dari serbuk gergajian sengon dengan cara kimia. Forest Products Research Bulletin. 14(8): 308-320.
- Pari G. 2002. Pemanfaatan arang aktif dari serbuk gergajian sengon. Makalah Falfasah Sains. PPS IPB. http://rudict.tripod.com/sem2_012/gustan_pari.htm-94k.
- Pulford ID, Backes CA, and Duncan HJ. 1988. Inhibition of Pyrite oxidation in coal mine waste. In Dost H. (ed). Selected Papers of the Dakkar Symposium on Acid Sulphate Soils; Dakar, January 1986. Wageningen : ILRI. Publ. 44. Hlm. 59-67.
- Puslitbangtan. 2013. Teknologi produksi tanaman pangan di lahan pasang surut. <http://pustaka.bogor.net/publ/warta.coww231.htm-8k>.
- Rachim A, Murti Laksono K, Sastiono A dan Sudradjad. 2000. Peningkatan produktivitas tanah sulfat masam untuk budidaya tanaman palawija melalui pencucian dan penggunaan amelioran. Laporan Akhir Hibah Bersaing Perguruan Tinggi TA 1997/98 – 1999/00. Bogor: IPB, Fakultas Pertanian.
- Ritsema CJ, Groenenberg JE, and Bisdom EBA. 1992. The transformation of potential into actual acid sulphate studied in column experiment. Geoderma 55 : 259-271.
- Rorison IJ. 1973. The effect of extreme soil acidity on the nutrient uptake and physiology of plants. In Dost H. (ed) Proc. Int. Symp. Acid Sulphate Soils. Wageningen: 13-20 August 1972. Wageningen: ILRI Publ. No. 18. I: 223-254.
- Sammur J., MD. Melville, RB Callinan and GC Fraser. 1995. Estuarine acidification: Impact on aquatic biota of draining acid sulphate soils. Australian Geographical Studies. Vol 33, issue 1. Page 89-1000.
- Sarwani M. 2001. Penelitian dan pengembangan pengelolaan air di lahan pasang surut Di dalam Ar-Riza I. Alihamsyah T. dan Sarwani M. (ed.).

- Pengelolaan Air dan Tanah di Lahan Pasang Surut. Monograf. Banjarbaru: Balittra. Hlm. 19-42.
- Schnitzer M.1997. Pengikatan bahan humat oleh koloid mineral. Di dalam Interaksi Mineral Tanah dengan Organik Alami dan Mikroba. Goenadi DH, peterjemah; Sudarsono, editor. .Yogyakarta: Gajah Mada University Press. Terjemahan dari Interactions of Soil Mineral With Natural Organik and Microbes. SSSA Spesial Publ. No. 17. Hlm. 119-156
- Senesi N. 1994. Spectroscopic studies of metal ion humic substance complexion in soil. In 15th World Congress of Soils in Humid Tropics: Water Management and Soil Fertility. Wageningen: AARD & LAWOO. Hlm. 11-24.
- Soil Survey Staff. 1998. Key to Soil Taxonomy. 8 edition. Washington DC: NRCS, US Dept. of Agriculture.
- Sterk G. 1993. Leaching of acid from the topsoil of raised beds on acid sulphate soils in the Mekong delta, Vietnam. In: Dent DK and van Mensvoort MEF. (ed). Selected Paper of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils; Vietnam, March 1992. Hlm. 241-246.
- Suriakarta D. A., Widjaja Adhi IPG dan Subiksa M. 1992. Pengelolaan tanah dan air pada lahan pasang surut di Karang Agung Ulu, Sumatera Selatan. Di dalam Partohardjono dan Syam M (ed). Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak; Cisarua 3-4 Maret 1992. Bogor: Puslitbang Tanaman Pangan. hlm. 81-90.
- Suriawira U. 2003. Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. Cet ke 3. PT. Alumni, Bandung. 330p.
- Subagyo H. 2006. Lahan Rawa Pasang Surut. Didalam Didi Ardi, Undang Kurnia, Mamat HS., Wiwik Hartatik, dan Diah Setyorini (ed.). Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. BBSDL P. Balitbangtan. Deptan. Bogor..
- Subagyo K. Tagus Vadari, dan IPG. Widjaja-Adhi. 1997. Strategi pengelolaan air dilahan rawa pasang surut: prospek dan kendala. Didalam Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat; Cisarua 4-6 Maret 1997. Bogor: Puslitanak.
- Sylla M, van Breemen N, Fresco LO, Dixon C and Stien A. 1993. Temporal and spatial variability of soil constrains affecting rice production along the Great Scarcies mangrove swamps, Sierra Leone. In: Dent DK and van Mensvoort MEF. (ed). Selected Paper of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils; Vietnam, March 1992.Hlm. 247-260.
- Widjaja-Adhi, IPG. 1986. Pengelolaan rawa pasang surut dan lebak. Jurnal Badan Litbang Pertanian, V:I:1-9.
- Widjaja-Adhi IPG, Nugroho K, Suriadikarta DA, dan Karama AS. 1992. Sumberdaya lahan rawa: Potensi, keterbatasan, dan pemanfaatan. Didalam Partohardjono dan Syam M (ed). Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak; Cisarua 3-4 Maret 1992. Bogor: Puslitbang Tanaman Pangan. hlm. 19-38.

- Widjaya Adhi, I P.G. 1995. Pengelolaan tanah dan air dalam pengembangan sumberdaya lahan rawa untuk usahatani berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Makalah disampaikan pada Pelatihan Calon Pelatih untuk Pengembangan Pertanian di Daerah Pasang Surut, 26–30 Juni 1995, Karang Agung Ulu, Sumatera Selatan.
- Willet IR, Melville MD, White I. 1993. Acid drain waters from potential acid sulphate soil and their impact on estuarine ecosystems. In: Dent DK and van Mensvoort MEF. (ed). Selected Paper of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils; Vietnam, March 1992. hlm.419-425.
- Yuliana ED. 1998. Pengaruh lama pengeringan dan kedalaman muka air tanah terhadap sifat-sifat dan produktivitas tanah berpirit dari Karang Agung Ulu, Sumatera Selatan. [Tesis]. Bogor: IPB, Program Pascasarjana.

VI KONDISI SOSIAL EKONOMI DAN BUDAYA

KARAKTERISTIK SOSIAL EKONOMI PETANI DI LAHAN RAWA

Herman. S. dan Yanti Rina D.

Balai Penelitian Pertanian Lahan rawa Banjarbaru
Jln. Kebun Karet, Loktabat Utara, Banjarbaru
Email : herman.subagio@yahoo.com

Ringkasan

Lahan rawa merupakan lahan suboptimal yang menjadi lahan harapan saat ini dan mendatang mengingat semakin tidak terkendali berlangsungnya alih fungsi lahan. Selain keunggulan yang dimiliki, lahan rawa juga memiliki kelemahan berupa masalah dan kendala untuk pengembangan pertanian. Ketidak mampuan masyarakat dalam mengelola lahan rawa menyebabkan produktivitas lahan dan pendapatan petani rendah. Petani lahan rawa memiliki pendidikan rendah rata-rata 7 tahun, luas lahan usaha rata-rata 1,75 ha/KK, pengalaman bertani rata-rata 19 tahun dan modal terbatas. Tenaga kerja yang tersedia rata-rata 539,5 HOK/KK/TH dan digunakan 279,95 HOK/KK/TH atau baru 52%. Tingkat adopsi petani terhadap varietas Inpara dan Margasari di lahan rawa pasang surut cukup tinggi sementara di lahan rawa lebak masih rendah. Preferensi petani terhadap varietas padi yang ditanam hampir sama seperti Inpara 2,3,4,6,7,8,9, Mekongga, Ciherang dan Margasari termasuk disukai kecuali Inpara 1 dan 5 cukup disukai etnis Banjar dan Jawa. Pengusahaan tanaman pangan, hortikultura, tanaman keras dan ternak utama di lahan rawa menguntungkan dan efisien. Dengan kegiatan usahatani dan non usahatani yang dilakukan petani di lahan rawa pasang surut memberikan pendapatan berkisar Rp 20.784.434,- – Rp 36.158.060,-/KK/TH dan di lahan rawa lebak Rp 8.980.000,- – Rp 40.000.000,-/KK/TH. Peningkatan pendapatan petani di lahan rawa dapat dilakukan melalui diversifikasi usaha. Petani belum memiliki daya tawar (*bargaining power*), sehingga belum mendapatkan nilai tambah yang memadai dari penjualan hasilnya. Struktur pasar komoditas hortikultura lahan rawa umumnya bersifat oligopoly. Untuk pengembangan pasar komoditas rawa dapat dilakukan melalui perbaikan sistem dan efisiensi pemasaran, dan perbaikan mutu produk.

Pendahuluan

Lahan rawa merupakan lahan suboptimal menjadi lahan harapan masa kini dan yang akan datang, mengingat semakin tidak terkendali berlangsungnya alih fungsi lahan. Keunggulan yang dimiliki lahan rawa seperti air selalu tersedia, tanah datar, kemudahan akses melalui transportasi sungai, kondisi iklim lebih tahan terhadap deraan iklim, rentang panen panjang dapat menghasilkan padi pada saat kekurangan di lokasi lain dan kaya dengan kearifan lokal. Potensi lain dari lahan rawa memiliki sumberdaya hayati spesifik lokasi yang sangat kaya dengan berbagai jenis tanaman pangan, sayuran, buah-buahan, tanaman rempah dan obat, tanaman industri seperti kelapa, kopi, lada serta ternak dan perikanan. Oleh karena itu, pengembangan pertanian di lahan rawa dapat dilakukan dengan diversifikasi produksi usahatani aneka komoditas baik produksi primer maupun olahan (Alihamsyah, 2002).

Meskipun demikian, pengembangan lahan rawa untuk pertanian dihadapkan pada permasalahan fisik, kimia dan biologi lahan. Selain itu masalah sosial ekonomi seperti tingkat pengetahuan dan keterampilan petani yang rendah, sarana dan prasarana yang kurang mendukung, tingginya *land-man ratio*, serta keterbatasan modal petani menyebabkan produktivitas lahan dan pendapatan petani rendah (Ar-Riza *et al.*, 1993). Pasandaran *et al.* (1991) menyebutkan bahwa produktivitas yang rendah pada pemanfaatan lahan marginal antara lain disebabkan oleh: (1) motivasi usahatani yang bersifat subsisten, (2) ketidaksesuaian antara ketersediaan modal dan tenaga kerja dengan luas garapan, serta (3) keterbatasan kapasitas dalam menghadapi risiko akibat ketidakpastian iklim.

Pendapatan rendah dan kemiskinan di lahan rawa merupakan masalah utama yang harus dihadapi. Agroekosistem yang memiliki tingkat produktivitas rendah maka masyarakatnya miskin, hal ini karena ketidakmampuan masyarakat mengelola sumberdaya lahannya. Suatu keluarga dinyatakan miskin disebabkan oleh tiga faktor yaitu faktor sumberdaya manusia, sumberdaya alam dan teknologi. Jika seseorang tidak memiliki atas ketiga faktor tersebut, maka dapat menyebabkan miskin. Empat faktor penyebab kemiskinan masyarakat adalah: (a) rendahnya tingkat pendidikan, (b) rendahnya taraf kesehatan, (c) terbatasnya tenaga kerja dan (d) kondisi keterisolasian (Kartasasmita, 1996)

Sumberdaya lahan rawa, baik rawa pasang surut dan rawa lebak memiliki potensi besar untuk pertanian, namun sebagian besar petani belum

memanfaatkan secara optimal. Umumnya petani memanfaatkan lahan rawa untuk tanaman padi satu kali setahun dan menggunakan varietas lokal. Petani berpendapat bahwa dengan menyimpan gabah kebutuhan hidupnya merasa lebih terjamin meskipun hanya mencukupi kebutuhan untuk satu tahun.

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa telah banyak menghasilkan teknologi antara lain: varietas padi unggul lahan rawa (Margasari dan Martapura), tata air aliran satu arah dan tabat konservasi, teknologi pola tanam sawitdupa, surjan dan tokongan, pupuk hayati (biotara dan biosure) dan sebagainya, namun hingga saat ini baru sebagian kecil diadopsi petani. Menurut Musyafak dan Ibrahim. (2005) telah terjadi penurunan tingkat adopsi teknologi baru yang bervariasi, mulai dari adopsi secara parsial, sampai dengan kembali pada teknologi semula. Dibandingkan saat adopsi teknologi secara penuh, pendapatan keluarga petani saat ini lebih rendah, disamping menurunnya kontribusi pendapatan dari bidang pertanian. Keadaan ini disebabkan oleh faktor teknis dan sosial ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan karakteristik sosial ekonomi petani yang dapat menunjang keberhasilan pengembangan pertanian di lahan rawa. Berdasarkan informasi karakterisasi sosial ekonomi petani yang bersifat dasar ini, diharapkan dapat dipelajari kehidupan yang telah menjadi dasar bagi masyarakat petani lahan rawa untuk meningkatkan pendapatan rumah tangganya.

Karakteristik Masyarakat Petani

Salah satu pertimbangan petani dalam mengambil keputusan untuk melaksanakan suatu usahatani adalah ketersediaan sumberdaya yang dimiliki. Sumberdaya petani atau karakterisasi petani meliputi: tingkat pendidikan, pemilikan lahan, ketersediaan tenaga kerja dan keterampilan yang dimiliki petani. Karakteristik petani lahan rawa dijabarkan sebagai berikut:

Tingkat pendidikan

Tingkat pendidikan yang dimiliki kepala keluarga atau masyarakat merupakan modal masyarakat untuk meningkatkan pendapatan dan memudahkan menyerap informasi. Masyarakat berpendidikan tinggi lebih mudah mendapatkan pekerjaan dan upah yang tinggi. Tingkat pendidikan masyarakat di lahan rawa lebak rata-rata 6,68 tahun dan lahan rawa pasang surut 7,53 tahun dengan demikian rata-rata di lahan rawa 7,10 tahun. Tingkat pendidikan masyarakat petani di lahan rawa umumnya di dominasi Sekolah

Dasar sehingga dapat dikatakan masih terbatasnya sumberdaya manusia yang berkualitas dan profesional di bidangnya (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik petani lahan rawa pasang surut dan lebak Kalimantan Selatan, tahun 2010

No.	Karakteristik petani	Rawa pasang surut ¹	Rawa lebak ^{2,3,4}	Rerata
1.	Umur (tahun)	46,20	42,74	45,34
2.	Pendidikan (tahun)	7,53	6,68	7,10
3.	Pengalaman bertani (tahun)	20,95	18,48	19,21
4.	Jumlah anggota keluarga (orang)	3,95	3,87	3,91
5.	Tenaga kerja produktif (HOK/KK/th)	591	488	539,5
6.	Luas pemilikan lahan (ha)	2,63	0,97	1,75
7.	Pendapatan RT (Rp/tahun)	18.286.149	25.730.803	20.366.859
8.	Pengeluaran RT (Rp/tahun)	17.260.229	21.677.636,5	19.468.932,75

Sumber: ¹Rina *et al.*, (2014), ²Rina (2015), ³Nursyamsi *et al.*, (2014), ⁴Noorginayuwati dan Anwar (2015)

Pengalaman bertani

Keterampilan dan pengetahuan tentang teknologi budidaya pertanian sangat dibutuhkan masyarakat tani, hal ini berkaitan dengan keberhasilan usahatani yang dilakukan. Lamanya pengalaman bertani akan membantu meningkatkan keterampilan dan pengetahuan terhadap sifat-sifat lahan rawa yang dikelola. Semakin lama pengalaman bertani, seharusnya petani semakin terampil dalam budidaya tanaman di lahan rawa. Namun jika dihadapkan pada masalah iklim, petani tidak bisa mengatasinya. Biasanya petani menggunakan pengetahuan lokal yang diperoleh secara turun temurun untuk menentukan gejala-gejala alam sehingga dapat menentukan waktu tanam yang tepat. Pengalaman bertani masyarakat lahan rawa pasang surut rata-rata 20,95 tahun dan lahan rawa lebak 18,50 tahun dan rerata dari kedua jenis lahan tersebut 19,20 tahun. Pengalaman bertani yang lama dapat dijadikan petani untuk mempelajari kondisi lahan yang menjadi tempat berusahatani mereka. Semakin lama pengalaman berusahatani semakin mudah memahami inovasi dan semakin tinggi partisipasinya dalam pembangunan pertanian (Wahyunindyawati *et al.*, 1999).

Ketersediaan dan penggunaan tenaga kerja

Ukuran keluarga dalam suatu rumah tangga cukup menentukan kemampuan petani untuk mengelola lahan, demikian juga jumlah pangan yang harus disediakan. Ukuran keluarga dalam satu rumah tangga berkisar antara 2-8 orang atau rata-rata 4 orang/KK. Potensi tenaga kerja yang dapat berpartisipasi dalam usahatani pada lahan rawa pasang surut 591 HOK/KK/TH dan lahan rawa lebak 488 HOK/KK/TH, atau rata-rata dari kedua jenis lahan tersebut 539,5 HOK/KK/TH. Ketersediaan tenaga kerja dalam keluarga cukup berperan terhadap luas penggunaan lahan. Menurut Hambari *et al.* (2013) secara parsial tenaga kerja, modal berpengaruh terhadap pemanfaatan luas lahan lebak dan penggunaan bibit berpengaruh terhadap luas lahan lebak yang dimanfaatkan.

Penggunaan tenaga kerja keluarga bukan saja pada usahatani, tetapi non usahatani. Distribusi tenaga kerja dan kesempatan kerja masyarakat di lahan rawa pasang surut umumnya lebih banyak pada musim hujan dibandingkan pada musim kemarau, sebaliknya petani lahan rawa lebak lebih banyak menggunakan tenaga kerja pada usahatani pada musim kemarau. Berikut penggunaan tenaga kerja keluarga pada musim kemarau dan hujan di lahan rawa pasang surut dan lebak seperti pada Tabel 2. Tabel ini menunjukkan bahwa jumlah tenaga kerja yang tercurah pada kegiatan usahatani dan non usahatani di lahan rawa pasang surut sebesar 221,2 HOK/KK/TH atau baru 37,4%, demikian juga di lahan rawa lebak sebesar 338,7 HOK/KK/TH atau sebesar 79,6% dari potensi yang tersedia. Jumlah tenaga kerja keluarga rata-rata yang dicurahkan, baik petani lahan rawa pasang surut maupun lebak masih belum optimal atau baru 52% dari total tenaga kerja yang tersedia di lahan rawa. Namun bila dikaitkan dengan karakteristik usahatani di kedua lokasi tersebut memiliki kendala terutama pengaturan airnya serta kegiatan aktivitas lainnya seperti *off-farm* dan *non farm*. Kegiatan *non farm* dan *off-farm* biasanya dilakukan petani setelah selesai menanam padi, sesuai dengan bidang keahlian dan ketersediaan modal. Semakin tinggi intensitas anggota keluarga yang melakukan kegiatan *off-farm*; maka semakin besar kontribusi pendapatan dari *off-farm* terhadap pendapatan keluarga.

Tabel 2. Distribusi pencurahan tenaga kerja keluarga menurut musim dan jenis kegiatan di lahan rawa

No.	Kegiatan	Lahan Rawa Pasang Surut (HOK/KK/TH) ¹			Lahan Rawa Lebak (HOK/KK/TH) ²			Rerata (%)
		MH	MK	Total	MH	MK	Total	
1.	Padi dan tanaman lain	40,5	26,3	66,8	23,7	73,8	97,5	82,15 (29,3)
2.	Ternak	17,2	25,5	42,7	50,5	40,8	91,3	67,00 (24,0)
3.	Buruh Pertanian	40,0	43,0	83,0	51,5	22,8	74,3	78,65 (28,1)
4.	Buruh non Pertanian	15,0	13,7	28,7	36,4	39,2	75,6	52,15 (18,6)
Total TK/TH		112,7	108,5	221,2	162,1	176,6	338,7	279,95 (100)

Sumber:¹⁾ Rina dan Mawardi (2013), ²⁾ Rina (2015)

Tenaga kerja keluarga petani terdistribusi untuk padi dan tanaman lain sebesar 29,3% , ternak 24,0%, buruh tani 28,1% dan non pertanian 18,6% (Tabel 2). Apabila dikaitkan dengan luas lahan garapan yang dimiliki petani yakni berkisar 0,97-2,63 ha maka keberlanjutan usahatani padi akan lestari karena curahan tenaga kerja untuk usahatani padi per hektar hanya sebesar 136-159 HOK/ha. Kelebihan ketersediaan tenaga dapat digunakan petani untuk melakukan tanam padi dua kali setahun dan mengusahakan berbagai komoditas lainnya maupun kegiatan home industri.

Luas pemilikan lahan

Luas lahan yang dimiliki petani merupakan faktor penentu kecukupan petani dalam menghasilkan produksi padi. Petani yang memiliki lahan luas akan lebih sejahtera dibandingkan yang memiliki lahan sempit atau hanya sebagai penggarap. Kepemilikan lahan petani lahan rawa pasang surut 1,87-4,0 ha atau rata-rata 2,63 ha/KK. Dari luas tersebut yang digarap baru 67,63% (Rina *et al.*, 2014), sedangkan kepemilikan lahan petani rawa lebak berkisar 0.704-1,029 ha/KK atau rata-rata 0,97 ha/KK dan digarap 83% (Noorginayuwati dan Anwar, 2015; Rina 2015). Masih adanya lahan milik yang tidak digarap disebabkan lahan tersebut tidak bisa ditanami padi karena airnya dalam, disamping letaknya jauh dari lokasi pemukiman. Pemilikan lahan di lahan rawa rata-rata di lahan rawa 1,75 ha.

Petani di lahan rawa pasang surut yang berstatus sebagai pemilik 1,4%, pemilik penggarap 74,8%, penggarap 17,9% dan buruh tani 5,9% (Hidayat, 2010). Petani sebagai penggarap dapat melakukan tanam padi dengan sistem sapak (1:2) yaitu hasilnya 1 bagian untuk pemilik lahan dan dua bagian penggarap dengan biaya semua dari penggarap. Sistem sewa dengan membayar 700 kg GKG/ha per musim kepada pemilik lahan. Luas pemilikan lahan rata-rata petani luar Pulau Jawa lebih luas dibanding dengan petani di Pulau Jawa, sehingga petani berstatus sebagai pemilik penggarap umumnya lebih banyak. Menurut Sumarno dan Kartasasmita, (2010) menyebutkan bahwa kemiskinan petani padi dan petani komoditas lainnya berakar pada semakin langkanya atau sempitnya penguasaan lahan garapan. Petani di Indonesia kepemilikan lahan sawahnya rata-rata hanya 0,5 ha.

Permodalan petani

Modal yang digunakan petani dalam berusahatani biasanya tabungan berasal dari pendapatan setelah dikurangi pengeluaran kebutuhan pangan dan non pangan per tahun. Pendapatan petani bersumber dari usahatani dan non usahatani. Ketersediaan modal petani di lahan rawa pasang surut sebesar Rp 1.025.920,-/KK/TH. Nilai tersebut berasal dari pengurangan pendapatan petani Rp 18.286.149,5,-/KK/TH dikurangi pengeluaran rumah tangga petani sebesar Rp 17.260.229,5,-/KK/TH. Sedangkan ketersediaan modal petani lahan rawa lebak Rp 769.932,5,-/KK/TH yang berasal dari pendapatan rumah tangga Rp 22.447.569,-/KK/TH dikurangi pengeluaran rumah tangga Rp 21.677.636,5,-/KK/TH (Rina 2015; Noorginayuwati dan Anwar, 2015; Nursyamsi *et al.*, 2014). Besar modal yang dimiliki petani lahan rawa sebesar Rp 897.926,25,-/KK/TH, sehingga modal yang tersedia tidak mencukupi untuk modal usahatani padi sebesar Rp10.822.696 - Rp13.634.307,-/ha. Kekurangan modal menyebabkan daya garap lahan dan intensitas tanam masih rendah.

Gaya hidup petani

Umumnya budaya petani di pedesaan dalam melakukan usahatani masih berorientasi pada pemenuhan kebutuhan keluarga atau bersifat subsisten. Sifat hidup yang sederhana menyebabkan sudah merasa cukup dengan apa yang diperoleh petani. Menurut Imam (2007) menyebutkan kendala yang dirasakan untuk menuju pertanian maju antara lain: (1) kurangnya budaya kewirausahaan, (2) rendahnya kemampuan sumberdaya manusia,

(3) tingkat penguasaan ilmu dan teknologi yang rendah, (4) kurangnya informasi (penguasaan pasar), (5) keterbatasan modal untuk investasi dan modal kerja, dan (6) belum memiliki bentuk organisasi dan manajemen yang mampu menghadapi perubahan dengan cepat.

Lahan rawa sebagai lahan suboptimal memiliki daya dukung terhadap kegiatan pertanian pada umumnya rendah, tingkat kesuburan yang rendah menyebabkan produktivitas rendah. Dari beberapa hasil penelitian, produktivitas padi di lahan rawa pasang surut berkisar 3,0-6,0 ton/ha (Rina, 2013) dan di lahan rawa lebak 3,7-5,6 ton/ha (NoorGINAYUWATI *et al.*, 2015). Produktivitas lahan yang rendah menyebabkan pendapatan usahatani di lahan rawa juga rendah. Disamping itu adanya gaya hidup petani yang bersifat subsisten menyebabkan petani tidak berani mengambil resiko dalam berusaha. Oleh karena itu, untuk meningkatkan pendapatan dibutuhkan pembinaan atau fasilitasi oleh instansi terkait yang memotivasi petani agar memiliki sifat kewirausahaan atau berorientasi pasar, meningkatkan ilmu pengetahuan dan teknologi mendukung inovasi bidang pertanian, dan memiliki kecukupan modal untuk pengembangan usaha.

Pola Usahatani

Sistem usahatani

Mata pencaharian utama petani lahan rawa selain bertani khususnya tanaman pangan, juga beternak dan memelihara atau mencari ikan. Selain itu juga sebagian melakukan pekerjaan sampingan sebagai buruh tani dan non tani. Diversifikasi usaha di atas perlu dikembangkan untuk menghadapi risiko dan ketidakpastian hasil yang diperoleh dari berusaha. Diversifikasi usaha pada masyarakat petani selain dapat meningkatkan nilai tambah juga mengoptimalkan penggunaan lahan dan penyerapan tenaga kerja.

Sistem usahatani yang berkembang di lahan rawa pasang surut pada lahan pekarangan berupa hortikultura, sebagian padi dan ternak. Pada lahan sawah dengan sistem surjan, petani mengusahakan padi pada bagian bawah dan sayuran/palawija dibagian atas surjan. Pola tanam yang dilakukan petani antara lain: padi-padi (IP 200), padi-padi-jagung (IP 300) atau padi-palawija (IP 200) di lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan, dan padi + jeruk, jeruk + palawija (IP 200) di lahan gambut Sulawesi Barat. Pola tanam di lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan pada tipe A diusahakan padi lokal + jeruk

(IP 100); pada tipe luapan B padi - padi+jeruk (IP 200) pada tipe luapan C diusahakan padi-palawija (IP 200).

Pola usahatani yang dilakukan petani di lahan rawa lebak cukup beragam, pada lahan pekarangan diusahakan tanaman buah-buahan dan sebagian petani memelihara ternak itik alabio dan ayam buras. Sedangkan di lahan sawah sebagian petani menggunakan sistem surjan terutama pada lahan lebak dangkal dan tengahan. Pola tanam yang dilakukan petani pada lahan sawah umumnya berbasis padi antara lain padi – kedelai (IP 200), padi-padi (IP 200) dan padi+palawija/sayuran (IP 100) di lahan lebak dangkal, padi-padi (IP 200), padi+ubi alabio+sayuran (IP 100) , padi+jagung (IP 100), padi+cabai (IP 100) di lahan lebak tengahan dan padi-bera (IP100), padi+ikan (IP 100), kerbau di lahan lebak dalam.

Pemeliharaan ikan umumnya dilakukan petani di sawah atau di sungai terutama oleh petani yang rumahnya di tepi sungai. Ada tiga sistem usaha budidaya ikan air tawar yang dapat dikembangkan di lahan rawa lebak, yaitu: (1) sistem mina padi, (2) kolam/bidje, dan (3) keramba apung. Sistem usahatani budidaya ikan air tawar dengan sistem mina padi dan kolam/bidje dilakukan di lahan rawa lebak tipe dangkal, tengahan dan dalam, sedangkan sistem keramba apung dilakukan pada sungai lahan rawa lebak dan rawa lebak sangat dalam (Harnisah *et al.*, 2004).

Tingkat adopsi petani terhadap padi unggul

Adopsi merupakan proses perubahan perilaku baik yang berupa pengetahuan, sikap maupun keterampilan pada diri seseorang dalam menerima inovasi yang disampaikan oleh penyuluh/mantri tani. Adopsi petani terhadap suatu teknologi dipengaruhi oleh kemampuan petani terutama dalam penguasaan sumberdaya. Baik sumberdaya modal, tenaga kerja, keterampilan maupun kemampuan dalam menyerap informasi yang diberikan oleh pihak lain.

Tingkat pengetahuan petani dalam berusaha padi di lahan rawa dipengaruhi oleh pengalaman dan tingginya interaksi dengan sesama petani atau petugas lapangan. Hasil penelitian Rina dan Koesrini, (2016^a) menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan petani terhadap varietas Inpara dan Margasari termasuk kategori tinggi, masing-masing 80,3% dan 68,6%, dan sikap petani terhadap inovasi kedua varietas tersebut termasuk dalam kategori setuju. Tingkat adopsi varietas Inpara tergolong tinggi yaitu 480%

dan Margasari 97,7%. Selanjutnya hasil penelitian Rina dan Koesrini, (2016^b) di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan tingkat pengetahuan petani terhadap karakteristik varietas Inpara termasuk kategori tinggi dan sikap setuju, namun tingkat adopsi masih rendah.

Rendahnya tingkat adopsi ini disebabkan adanya pilihan varietas yang sudah berkembang di lahan rawa lebak, yaitu Ciherang, Mekongga dan beberapa nomor Inpara yang adaptif serta diseminasi varietas Inpara belum tersebar luas ke wilayah lebak. Hal yang sama didukung Rambe dan Honorita, (2011) menunjukkan bahwa pengetahuan petani dalam berusaha padi rawa lebak Sumatera termasuk dalam kriteria sedang dengan skor rata-rata 30,56, dan sikap petani dalam berusahatani padi termasuk kriteria tinggi skor rata-rata 36,96 dan keterampilan petani dalam berusahatani padi rawa lebak berada pada kriteria sedang, sehingga secara keseluruhan, perilaku petani dalam berusahatani padi rawa lebak berada pada kriteria tinggi. Dari beberapa informasi ini menunjukkan bahwa meskipun tingkat pengetahuan dan sikap yang positif terhadap teknologi tersebut, belum tentu petani mengadopsi karena banyak faktor yang mempengaruhi keputusan petani.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi antara lain: (1) urgensi teknologi terhadap kebutuhan petani, (2) peluang keberhasilan panen, (3) permodalan petani, (4) kecukupan tenaga kerja, (5) kualitas kelembagaan pelayanan pertanian (Kelompok Tani, KUD, Penyuluhan dan Pemasaran), (6) kemudahan memperoleh input, (7) dukungan dan perhatian pejabat pemerintah daerah setempat, dan (8) sistem pemasaran hasil belum efisien (Rina, 2012).

Preferensi petani terhadap karakteristik varietas yang akan dikembangkan baik karakteristik morfologi tanaman, adaptasinya di lahan rawa maupun tekstur nasi merupakan hal yang perlu dipertimbangkan agar varietas tersebut diadopsi. Preferensi konsumen di setiap daerah mempunyai preferensi yang berbeda terhadap mutu beras (Larasati, 2012). Mutu beras salah satunya adalah tekstur nasi berhubungan dengan kesukaan petani. Petani lokal pada umumnya menyukai rasa nasi pera, sedangkan petani pendatang lebih suka yang pulen. Berdasarkan morfologi tanaman seperti tipe tanaman, tinggi tanaman, anakan produktif dan panjang malai, hampir semua varietas Inpara 1 – 9, Ciherang, mekongga dan Margasari disukai petani baik etnis Jawa maupun etnis Banjar kecuali varietas Inpara 1 dan Inpara 5 cukup disukai. Umur tanaman semua varietas disukai oleh petani

etnis Jawa dan Banjar kecuali varietas Inpara 4 tidak disukai karena memiliki umur lebih panjang (135 hari).

Berdasarkan ketahanan semua varietas terhadap hama dan penyakit (blas, walang sangit, penggerek batang) cukup disukai hingga disukai oleh petani etnis Jawa dan Banjar, kecuali varietas Inpara 5 dan Ciherang sangat tidak disukai, Mekongga tidak disukai oleh petani etnis Jawa, sementara petani etnis Banjar tidak menyukai Inpara 7, Mekongga dan Ciherang. Mutu fisik gabah dan mutu beras varietas Inpara 2,3,6,8,9 Margasari, Mekongga dan Ciherang disukai, Inpara 1,4,5,7 cukup disukai petani etnis Jawa. Sedangkan petani etnis Banjar menyukai Inpara 4,5,6,8,9, Margasari, Mekongga dan cukup suka pada varietas Inpara 1,2,3,7 dan Ciherang. Hasil uji organoleptik warna nasi, rasa nasi dan kepulenan nasi, hampir semua varietas disukai hingga cukup disukai oleh petani kedua etnis Jawa dan Banjar (Koesrini, 2016)

Analisis Usahatani dan Pendapatan Petani

Analisa usahatani

Salah satu karakteristik teknologi agar teknologi tersebut diadopsi petani adalah teknologi yang dianjurkan harus memberikan keuntungan relatif yang lebih tinggi dibanding teknologi petani, atau teknologi yang dilakukan petani tersebut harus menguntungkan. Oleh karena itu, kelayakan suatu usahatani perlu dilakukan untuk meyakinkan pengguna akan teknologi tersebut. Berikut untuk mengetahui efisiensi pengusaha beberapa komoditas utama di lahan rawa perlu dilakukan analisa usahatani.

Tanaman pangan

Telah banyak komoditas yang berkembang dengan baik di lahan rawa, baik pada lahan rawa pasang surut maupun lahan rawa lebak. Komoditas yang diusahakan petani pada lahan rawa pasang surut, diantaranya tanaman pangan meliputi padi, jagung, kedelai, kacang tanah dan ubikayu. Tanaman hortikultura sayur-sayuran dan buah-buahan seperti jeruk, pisang, pepaya, nenas, sedangkan tanaman perkebunan: kelapa sawit dan kelapa. Demikian juga pada lahan rawa lebak lebih didominasi tanaman sayuran dan tanaman pangan seperti padi, jagung, dan kacang tanah. Analisa usahatani komoditas tanaman pangan di lahan rawa disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil analisis biaya dan pendapatan menunjukkan bahwa pengusahaan komoditas tanaman pangan seperti padi, jagung, kedelai, kacang tanah di lahan gambut menguntungkan dan cukup efisien. Demikian juga pengusahaan komoditas padi unggul maupun padi lokal, jagung, kedelai dan kacang hijau di lahan pasang surut sulfat masam menguntungkan dan efisien (Tabel 3). Berdasarkan analisis keunggulan kompetitif tanaman menunjukkan bahwa pada tabukan (bagian bawah surjan), untuk tipologi lahan potensial dengan tipe luapan A, B, C dan lahan pasang surut sulfat masam A dan B diusahakan padi unggul-padi unggul dan pada lahan pasang surut sulfat masam tipe luapan C diusahakan padi lokal (Rina dan Syahbuddin, 2013)

Tabel 3. Analisis biaya dan pendapatan usahatani tanaman pangan di lahan rawa pasang surut

No.	Lahan dan Komoditas	Produksi (Satuan)	Penerimaan (Rp/ha)	Biaya Produksi (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)	R/C
Lahan gambut						
1.	Padi unggul ¹	2.884 kg	10.093.000	5.274.250	5.525.570	1,91
2.	Padi lokal ¹	2.620 kg	5.415.000	3.135.155	2.269.845	1,72
3.	Jagung manis ¹	13.700 tkl	9.590.000	5.521.000	4.069.000	1,74
4.	Kedelai ¹	857,2 kg	6.000.400	4.230.000	1.770.400	1,42
5.	Kacang tanah ¹	1.200 kg	4.200.000	3.192.000	1.008.000	1,31
Lahan sulfat masam						
1.	Padi unggul (MH) ²	3.219,5 kg	13.183.350	6.195.499	6.987.851	2,12
2.	Padi unggul (MK) ²	2.765 kg	10.721.250	5.467.962	5.253.288	1,96
3.	Padi lokal ²	2.764 kg	13.112.000	5.208.028	7.903.972	2,52
4.	Jagung manis ³	16.000 tkl	12. 800.000	5.708.000	7.092.000	2,24
5.	Jagung ⁴	6.000 kg	15.600.000	7.958.000	7.642.000	1,96
6.	Kedelai ⁵	2.740 kg	19.180.000	7.272.500	11.907.500	2,63
7.	Kacang hijau ⁶	890 kg	7.120.000	3.250.000	3.870.000	2,17

Sumber : ¹ Rina dan Noorinayuwati (2013), ² Rina *et al.*, (2014), ³Rachman *et al.*, (2011), ⁴ Rina (2013), ⁵ Anwar (2009), ⁶ Bustami *et al.*, (2014)

Pengusahaan padi di lahan rawa lebak umumnya dilakukan sekali setahun pada musim kemarau. Namun pada lokasi tertentu yang termasuk dalam wilayah polder alabio, penanaman padi dapat dilakukan tiga kali setahun pada lahan lebak dangkal dan dua kali setahun pada lebak tengahan. Kunci pengembangan padi di lahan lebak adalah pengelolaan air dan penggunaan

varietas berumur pendek. Petani menyenangi varietas Mekongga, Inpari dan Inpara. Dari hasil analisis biaya dan pendapatan komoditas tanaman pangan seperti ubijalar/ubi nagara paling menguntungkan kemudian diikuti padi, jagung manis, dan kacang tanah (Tabel 4).

Tabel 4. Analisis biaya dan pendapatan usahatani tanaman pangan di lahan rawa lebak

No.	Komoditas	Produksi (satuan)	Penerimaan (Rp/ha)	Biaya produksi (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)	R/C
1.	Padi unggul (MK) ¹	4.560,9 kg	19.611.726,7	7.065.400,8	12.546.325	2,77
2.	Padi unggul (MH) ²	4.823,0 kg	31.349.500	11.319.670	20.029.830	2,76
3.	Jagung manis ³	16.300 tkl	17.115.000	6.598.550	10.516.450	2,59
4.	Jagung ³	3.850 kg	10.499.425	6.464.134	7.035.290	1,62
5.	Ubi jalar ⁴	10.000 kg	30.000.000	4.675.000	25.325.000	6,42
6.	Kacang tanah ⁵	1.245 kg pk	14.317.500	6.819.200	7.498.300	2,09

Sumber : ¹ Rina (2015), ² NoorGINAYuwati *et al.* (2015) , ³ Rina dan Rafieq (2016), ⁴ Galib (2014), ⁵ Antarlina dan Rina (2011)

Tanaman hortikultura

Keuntungan dari penerapan sistem surjan di lahan rawa baik di lahan rawa pasang surut maupun rawa lebak antara lain (1) untuk diversifikasi tanaman, (2) menjaga agar tanah tidak menjadi masam, (3) mengurangi bahaya kekeringan, (4) mengurangi keracunan akibat genangan, (5) resiko kegagalan dapat diperkecil, (6) distribusi tenaga kerja lebih merata dan tenaga kerja keluarga dapat lebih banyak dimanfaatkan dan (7) pendapatan petani dapat ditingkatkan (Anwarhan, 1986). Tanaman hortikultura cukup baik diusahakan petani di lahan rawa pasang surut maupun rawa lebak.

Tanaman sayuran di lahan rawa sulfat masam diusahakan pada surjan dengan luasan relatif kecil dibandingkan di lahan rawa lebak. Di lahan rawa pasang surut, sayuran biasanya ditanam pada lahan tipe B, C dan D. Pada lahan tipe B, pembuatan surjan dapat dilakukan di antara petakan sawah, sehingga beragam sayuran dapat ditanam pada bagian tersebut. Sedangkan di bagian bawah dapat dimanfaatkan untuk tanaman padi. Di lahan pasang surut tipe C dan D, penanaman sayuran dilakukan pada hamparan lahan tanpa atau dengan pembuatan surjan, tergantung kondisi lahan dan kebiasaan petani setempat.

Pengusahaan sayuran di lahan gambut umumnya berupa hamparan sehingga dapat diusahakan dengan skala lebih luas. Usahatani sayuran di lahan gambut pada tingkat petani seluas 0,1 ha bawang daun memberikan keuntungan Rp 17.547.935,- dan nilai R/C 3,36, kemudian keuntungan dari usahatani seledri Rp 14.370.560,-/0,1 ha dengan R/C 2,83 dan bayam Rp 6.249.500,-/0,1 ha (R/C=2). Usahatani di tingkat penelitian pada empat komoditas tomat, cabai, mentimun dan terung masing-masing memberikan produksi 3,598 ton/0,1 ha, 1,197 ton/0,1 ha, 3,132 ton/0,1 ha dan $t = 2,583$ ton/0,1 ha. Pengusahaan keempat komoditas tersebut menguntungkan dan efisien.

Usahatani jeruk dengan luas tanam 1 hektar di lahan gambut secara finansial layak dikembangkan karena nilai B/C > 1 (1,18-1,50), NPV positif (Rp 11.037.121,- - Rp 17.682.333,-), dan IRR 48,01% - 49,24%, komoditas nenas dengan produksi 7710 buah/ha, dengan keuntungan Rp 9.158.552,-/ha, dan R/C = 2,46 sehingga cukup efisien diusahakan, demikian pula pepaya memberikan produksi 72 ton/ha (2 tahun) atau Rp 360.000.000,- dan keuntungan Rp 300.870.000,- (Rina dan Noorginayuwati, 2013; Rina 2009; Sinar Tani, 2014).

Komoditas cabai diusahakan musim hujan pada surjan lahan potensial tipe A, terung, cabai rawit dan tomat yang diusahakan pada lahan potensial B. Komoditas cabai rawit, tomat, terung dan kedelai pada lahan potensial tipe C. Pengusahaan ketiga komoditas tersebut cukup menguntungkan dan efisien. Demikian pula pengusahaan komoditas cabai rawit, tomat dan terung pada lahan sulfat masam tipe A dan B adalah menguntungkan dan efisien. Berdasarkan analisis keunggulan kompetitif tanaman sayuran di atas guludan pada tipologi lahan sulfat masam dan potensial untuk semua tipe luapan A dan B, pola tanam cabai rawit (MH)–tomat (MK1)–tomat (MK2) adalah paling kompetitif. Sedangkan untuk tipe luapan C yang paling kompetitif adalah pola cabai rawit (MH)–tomat (MK1) (Rina dan Syahbuddin, 2013). Komoditas Jeruk berkembang baik di lahan rawa pasang surut. Pengusahaan jeruk dengan sistem surjan dengan pola padi+ jeruk di Desa Karang Buah lahan pasang surut tipe luapan B adalah layak untuk dikembangkan karena dengan tingkat bunga 12%, 15%, dan 18% dalam analisis 1 ha diperoleh nilai B/C > 1 , *Net Present Value* positif, masa pengembalian Investasi lebih kecil dari umur pengusahaan dan *Internal Rate of Return* lebih besar dari tingkat bunga (Rina dan Nursyamsi, 2012).

Tanaman hortikultura di lahan rawa lebak lebih beragam. Dari semua komoditas hortikultura yang diusahakan di lahan rawa lebak terdapat beberapa komoditas yang menguntungkan. Komoditas yang paling menguntungkan adalah pare (nilai $R/C = 2,6$) selanjutnya adalah cabai, tomat, terung, dan gambas. Pada lebak tengahan komoditas semangka memiliki nilai R/C tertinggi kemudian diikuti cabai, gambas dan tomat. Berdasarkan hasil percobaan, komoditas tomat, cabai dan kubis cukup efisien untuk diusahakan dalam skala luas (Rina dan Noorginayuwati, 2009).

Komoditas jeruk mempunyai prospek yang cukup baik untuk dikembangkan di lahan rawa lebak karena selain memiliki keunggulan kompetitif terhadap padi, juga curahan tenaga kerja lebih sedikit. Hasil analisis usahatani jeruk di lahan lebak layak secara finansial karena $B/C > 1$, NPV positif dan IRR lebih besar dari tingkat bunga yang berlaku dengan masa pengembalian investasi selama 3-4 tahun (Rina 2007; Nursyamsi *et al.*, 2014)

Usahatani dengan sistem surjan yaitu jagung ditanam di sawah dan tomat di guludan lebih layak dikembangkan dengan skala luas (nilai $MBCR=4,12$) dengan keuntungan Rp 12.203.156,-/ha, kemudian diikuti pola tanam kacang hijau di sawah, cabai di guludan ($MBCR=2,38$) dengan keuntungan Rp 9.892.633,-/ha kemudian pola tanam, padi ditanam di sawah, cabai ditanam di guludan ($MBCR=2,04$) dengan keuntungan Rp 9.687.129,-/ha dibanding dengan pola petani petani, padi di sawah dan cabai di guludan dengan tingkat keuntungan Rp 6.103.608,-/ha (Mukhlis *et al.*, 2009).

Tanaman perkebunan

Tanaman perkebunan seperti kelapa, kelapa sawit dan pinang tumbuh baik di lahan gambut Sumatera. Analisis biaya dan pendapatan komoditas kelapa, kelapa sawit dan pinang masing-masing berturut-turut memberikan keuntungan Rp 5.321.000,-/ha, Rp 6.723.136,-/ha dan Rp 2.095.000,-/ha. Pengusahaan ketiga komoditas ini efisien dengan nilai R/C ratio masing-masing 1,93, 2,27 dan 3,31 (Rina dan Noorginayuwati, 2013)

Ternak

Pemilikan itik oleh petani, rata-rata 316 ekor/KK, berkisar 85-1.000 ekor/KK. Rataan produksi telur itik 70% dengan lama produksi per periode 7–0 bulan, istirahat masa molting 2 bulan dan bertelur kembali dengan masa pemeliharaan antara 2-2,5 tahun. Usahatani ternak itik dengan skala 400 ekor memberikan penerimaan Rp 343.812.000,- kemudian dikurang biaya total Rp

276.403.500,- diperoleh pendapatan petani sebesar Rp 67.408.500,- selama pengusahaan dua tahun. Pengusahaan itik ini cukup efisien dengan nilai $R/C=1,24$ (Rohaeni, 2015).

Rawa lebak merupakan areal strategis bagi pertumbuhan ikan karena air yang selalu tersedia hingga 6 bulan terutama di lahan rawa lebak dalam. Pendapatan dari ikan diperoleh di areal sawah secara alami, juga dipelihara dalam bentuk beje. Ukuran beje rata-rata per pemilik adalah $50\text{ m} \times 2,75\text{ m}$ (luas = $137,5\text{ m}^2$) dengan kedalaman antara 1,5 – 3 m. Ikan yang tertangkap dari beje adalah ikan lokal seperti papuyu (betok), biawan, haruan (gabus), sepat, dsb. Dari hasil analisis usahatani beje (luas $137,5\text{ m}^2$) diperoleh penerimaan Rp 3.200.000, kemudian dikurangi biaya total Rp 1.047.000,-, diperoleh pendapatan bersih Rp 2.153.000 per tahun dan pengusahaan ikan tersebut cukup efisien $R/C=3,05$ (Nazemi *et al.*, 2006).

Pengusahaan ternak kerbau di lahan rawa lebak cukup intensif dilakukan petani khususnya pada rawa lebak dalam. Dari hasil analisis usahatani kerbau menunjukkan bahwa usahatani kerbau layak dikembangkan karena dengan tingkat bunga 10% dengan jumlah bibit 10 ekor (8 ekor betina dan 2 ekor jantan berumur 1 tahun) serta pemeliharaan 4 tahun diperoleh nilai $B/C > 1$, Net Present Value positif (Rp 26.691.083,-), masa pengembalian investasi lebih kecil (tahun ke tiga) lebih kecil dari pengusahaan 4 tahun, dan Internal Rate of Return (IRR=18,49%) 1 lebih besar dari tingkat bunga (Qomariah *et al.*, 2009).

Pendapatan petani

Pendapatan petani berasal dari usahatani dan non usahatani. Pendapatan petani dipengaruhi oleh luas garapan, produktivitas lahan dan partisipasi tenaga kerja (Zahri dan Febriansyah, 2014). Pendapatan rumah tangga petani di lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan, berdasarkan luas kepemilikan lahan, pendapatan rumah tangga dengan strata sempit ($< 1\text{ ha}$), sedang ($1-1,5\text{ ha}$) dan luas ($> 1,5\text{ ha}$) masing-masing berturut-turut Rp 23.360.675,-/tahun, Rp 28.973.970,-/tahun dan Rp 36.158.060,-/tahun. Dari pendapatan tersebut, kontribusi dari pendapatan luar usahatani masing-masing sempit 18,21%, 42,40% dan 34,62%. Sebaran pendapatan petani per kapita terkatagori pada ketimpangan sedang dengan koefisien Gini 0,43 (Hutapea dan Raharjo, 2016). Selanjutnya pendapatan rumah tangga petani di lahan rawa pasang surut Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan sebesar Rp 20.784.434,-/tahun. Dari pendapatan tersebut disumbang dari pertanian

78,5% (padi 48,9%, hortikultura 22,8% dan ternak 6,8%), sisanya buruh tani 11,1% dan non pertanian 10,4% (Rina *et al.*, 2014).

Pendapatan rumah tangga petani di lahan rawa lebak Sumatera Selatan berkisar Rp8.980.000-Rp 40.800.000,-/tahun atau rata-rata Rp 21.550.000,-/tahun. Pendapatan tersebut berasal dari usahatani padi 47%, non padi 15% dan luar usahatani 38%. Pemerataan pendapatan petani lahan lebak ditunjukkan dengan nilai Indeks Gini 0,27 yaitu pemerataan dengan ketimpangan rendah (Zahri dan Febriansyah, 2014). Menurut Oshima (1981), Jika Indeks Gini sebesar 0,3 menunjukkan pemerataan dengan ketimpangan yang ringan, Indeks Gini 0,4 menunjukkan ketimpangan yang moderat dan Indeks Gini 0,5 menunjukkan ketimpangan yang berat. Sementara pendapatan rumah tangga petani di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan Rp 25.730.803,-/tahun. Pendapatan tersebut diperoleh dari musim kemarau sebesar 70,1% dan musim hujan 29,9% dengan kontribusi dari kegiatan masing-masing usahatani padi 45,7%, tanaman lainnya 7,51%, ikan 8% dan ternak 9,7% sedangkan buruh tani 14,4% dan non pertanian 14,7% (Rina 2015).

Kriteria garis kemiskinan menurut Sayogyo (1977) bahwa miskin dengan batas tingkat pengeluaran di kota 480 kg beras/orang/tahun dan di desa 320 kg beras/orang/tahun. Berdasarkan pendapatan rata-rata petani/KK/tahun dan rata-rata ukuran keluarga di lahan rawa 4 orang, maka pendapatan petani di lahan rawa pasang surut Kalimantan Tengah dan Selatan sebesar Rp 5.196.108,5 /orang/tahun atau setara 519,6 kg beras (harga Rp 10.000/kg beras) dan di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan Rp 6.432.700,75/orang/tahun setara 643,27 kgberas. Sedangkan kriteria garis kemiskinan menurut Bank Dunia sebesar US \$ 2/kapita/hr atau US\$ 720/kapita/tahun setara Rp 9.831.600,-/kapita/tahun setara 983,16 kg beras/kapita/tahun (nilai US\$1=Rp 13.655 tanggal 4 Agustus 2017) (Susilawati, 2010). Berdasarkan kriteria dari Sayogyo (1977) bahwa petani di kedua lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan dan Tengah maupun lahan rawa lebak belum termasuk kriteria miskin. Tetapi jika berdasarkan ukuran Bank Dunia, petani di kedua lahan tersebut termasuk miskin.

Pemerataan dan peningkatan pendapatan rumah tangga petani dapat dicapai dengan melakukan pengembangan diversifikasi usaha antara lain: (a) diversifikasi horizontal dalam bentuk menambah cabang usaha, integrasi padi dan ternak, memelihara ikan dalam bentuk beje, pengembangan itik alabio, pemeliharaan kerbau, dan (b) diversifikasi vertikal seperti pengolahan kacang asin, keripik ubi jalar dsb.

Hasil penelitian Subagio *et al.* (2016) menunjukkan bahwa sistem usahatani integrasi padi dan ternak di lahan rawa pasang surut terdiri dari padi ditanam dua kali setahun (IP 200) dan pemeliharaan ternak sapi 10 ekor secara berkelompok atau pola padi-padi + sapi dengan pendapatan sebesar Rp 37.308.920,- /KK/TH. Jika dibandingkan dengan pendapatan petani tahun sebelumnya tahun 2015 maka terjadi peningkatan sebesar 24,16% (Tabel 4).

Tabel 4. Pendapatan rumah tangga petani kooperator di desa Sidomulyo, tahun 2016

No.	Sumber Pendapatan	Pendapatan(Rp/KK/TH)		Pendapatan(Rp/KK/TH)
		Tahun 2015	Tahun 2016	
1.	Padi	19.346.061,2	15.542.896,1	-3.803.165 (19,6)
2.	Ternak	4.904.127,4	12.673.840,1	7.769.712,7 (158,4)
3.	Sayuran dan buah	799.324,7	141.773,9	(657.550,8) (82,3)
4.	Non Pertanian	5.000.286,7		3.950.123,2 (79)
			8.950.409,9	
	Jumlah	30.049.800	37.308.920	7.259.120 (24,1)

Keterangan : Angka dalam kurung merupakan nilai persentase. Sumber : Subagio *et al.* (2016)

Pemanfaatan lahan lebak umumnya diusahakan dengan padi satu kali setahun pada musim kemarau pada bulan April hingga Agustus. Namun pada beberapa lokasi dapat dilakukan tanam padi 2-3 kali se tahun. Menurut Putri *et al.* (2014) menyebutkan bahwa optimasi pengelolaan lahan rawa lebak pematang (dangkal) dengan pola tanam padi-padi-ikan (padi ditanam 1 ha dan ikan luas 10m²) selama satu tahun diperoleh rata-rata produksi padi optimal 11,36 ton dan ikan 0,35 ton dengan nilai pendapatan Rp 22.306.145,- . Selanjutnya Noorginayuwati *et al.* (2015) menyebutkan bahwa dengan melakukan pola tanam padi-padi di lahan lebak tengahan wilayah polder (air dapat diatur), dapat meningkatkan produksi 5.119 kg/ha atau 138% dengan peningkatan keuntungan sebesar Rp 21.512.460,-/ha atau 141% dibanding pola padi-bero (Tabel 5). Pola tanam padi-padi layak dikembangkan dengan skala luas (MBCR>2) (Tabel 5). Implikasi dari hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan diversifikasi usaha, baik di lahan rawa pasang surut dan rawa lebak meningkatkan pendapatan rumah tangga petani.

Tabel 5. Pendapatan petani dari usahatani pola tanam padi-bero dan padi-padi luas 1 ha di lahan lebak tengahan tahun 2015

No.	Uraian	Pola Padi-bero (MK)	Pola padi – padi			Kenaikan (%)
			MK	MH	Total	
1.	Produksi (ton)	3,703	4,511	4,311	8,822	5,119(138)
2.	Penerimaan (Rp)	24.069.500	29.321.500	28.021.500	57.343.000	33.273.500 (138)
3.	Biaya total (Rp)	8.860.060	10.312.398	10.308.702	20.621.100	11.761.040 (133)
4.	Keuntungan (Rp)	15.209.440	19.009.102	17.712.280	36.721.900	21.512.460 (141)
5.	R/C	2,72			2,78	
6.	MBCR				2,83	

Keterangan : Angka dalam kurung merupakan nilai persentase.

Sumber : Noorginayuwati *et al.* (2015),

Pemasaran

Tanaman pangan dan hortikultura (buah dan sayuran) dapat diusahakan di lahan rawa pasang surut dan lahan lebak. Tanaman pangan seperti padi, jagung, kedelai dan kacang tanah dapat ditanam bentuk hamparan luas di lahan sawah. Pengusahaan hortikultura dapat dilakukan di lahan sawah dengan sistem surjan pada lahan pasang surut tipe luapan A, B. Dan C. Demikian pula pada lahan lebak dangkal dan di guludan (sistem surjan) di lebak tengahan dalam bentuk monokultur maupun tumpang sari. Jenis hortikultura seperti pisang, nenas, jeruk dan sayuran yang ditanam seperti kacang panjang, tomat, terung, buncis, gambas dan cabai besar. Produksi padi akan meningkat jika musim kemarau panjang khususnya di lahan lebak. Apabila kenaikan produksi ini tidak diimbangi dengan pemasaran yang tepat, maka harga yang diterima produsen menjadi rendah. Berikut pemasaran beberapa komoditas utama di lahan rawa.

Padi

Kemudahan pemasaran hasil pertanian lahan rawa sangat dibutuhkan, karena kenaikan hasil yang diperoleh tanpa bisa dijual tidak akan meningkatkan pendapatan petani. Jatuhnya harga gabah pada musim panen disebabkan

petani tidak memiliki alat untuk menyimpan atau mengeringkan gabah yang dipanen pada musim hujan. Kondisi ini tidak jarang dijadikan pedagang untuk menekan harga gabah dengan alasan kurang baik, yang pada akhirnya keuntungan berada di pihak pedagang. Bulog juga sering menjadikan alasan untuk tidak membeli padi petani karena kadar airnya $> 14\%$.

Pemasaran padi di lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan, petani langsung menjual gabah ke pemilik *Rice Milling Unit* (RMU) 90% dan pedagang kecil (10%). Selanjutnya pemilik RMU menjual beras ke pedagang besar/tongkang untuk dibawa ke Palembang (Hermanto, 2007). Sedangkan pemasaran padi di lahan pasang surut Kalimantan Selatan, petani menjual gabah ke pengumpul desa (pedagang/pemilik RMU), kemudian oleh pedagang/pemilik RMU dijadikan beras dan dijual ke pedagang beras Banjarmasin atau pedagang antar kabupaten/provinsi (Buntok, Muara Teweh) (Hidayat, 2010).

Untuk meningkatkan kesejahteraan petani, pemerintah mendirikan gudang atau dikenal dengan sistem resi gudang (SRG). Berdasarkan Undang-Undang No 9 tahun 2006 tentang SRG, kemudian diubah dengan Undang-Undang No 9 tahun 2011 tentang resi gudang beserta peraturan pelaksanaannya. Resi gudang adalah dokumen tanda bukti kepemilikan atas barang yang disimpan di gudang yang diterbitkan oleh pengelola gudang. Resi gudang dapat dijadikan jaminan untuk meminjam modal di bank dan dapat juga diuangkan setiap saat.

Di lahan rawa pasang surut Kabupaten Barito Kuala Kalimantan Selatan telah didirikan SRG. Menurut Barkatullah *et al.* (2013) bahwa di Kabupaten Barito Kuala, petani belum bisa menjadikan resi gudang sebagai jaminan kredit karena hal ini masih terkendala pada peraturan internal perbankan itu sendiri karena jaminan resi gudang belum memenuhi kriteria yang disyaratkan oleh lembaga perbankan. Pelaksanaan SRG di Kabupaten Barito Kuala masih mengalami kendala antara lain: kurangnya sosialisasi kepada petani, belum tepat sasaran, tingginya bunga pada tahun kedua bagi petani yang memanfaatkan SRG, besarnya biaya operasional pengangkutan ke gudang SRG. Untuk memanfaatkan gudang yang sudah dibangun, maka kendala-kendala tersebut perlu diatasi dengan memberikan solusi seperti meningkatkan sosialisasi SRG pada sasaran yang tepat (petani padi unggul), memberikan bunga yang sesuai minimal sama dengan bunga bank, dan menciptakan efisiensi dalam pengangkutan hasil.

Jeruk Siam

Jeruk Siam dari lahan rawa sudah di pasarkan ke Pulau Jawa, baik berasal dari Kalimantan Barat maupun Sulawesi Barat. Jeruk dari Kalimantan Selatan umumnya dijual dengan cara grading, bungkalang, dan per kg. Penjualan cara bungkalang lebih menguntungkan petani. Pemasaran jeruk Siam sudah menjangkau Jawa Timur, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Timur. Menurut Listianingsih *et al.*, (2006), terdapat lima tujuan pemasaran jeruk siam Banjar, tiga diantaranya dengan tujuan pasar Surabaya dan Kalimantan Timur merupakan saluran yang memasarkan 94% jeruk siam Banjar. Pasar dengan tujuan Kalimantan Tengah perlu lebih dikembangkan karena baru mencapai 3% dari volume perdagangan jeruk siam Banjar. Dari hasil analisis margin diperoleh bahwa keuntungan pedagang (60,66% - 85,70%) lebih besar dari biaya pemasaran, kecuali untuk pasar lokal yang biayanya (55,35%) lebih besar dari keuntungannya (44,65%). Nilai *farmer's share* tertinggi terdapat pada saluran 5 (petani → pedagang → pengecer → konsumen) yaitu 55.83 % yang menunjukkan sistem pemasaran yang efisien. Menurut pendapat Kohls dan Downey (1985) dalam Listianingsih *et al.* (2006) bahwa jika bagian harga yang diterima petani lebih rendah dari 50 % maka keadaan ini menunjukkan sistem pemasaran belum efisien. Kecuali untuk pasar lokal, semua saluran pemasaran (ke luar propinsi) menunjukkan keterpaduan pasar dalam jangka pendek. Pasar kota menunjukkan tingkat keterpaduan yang lebih terintegrasi. Saluran pemasaran yang efisien adalah Petani → Pedagang Pengumpul → Grosir Luar Daerah → Pengecer untuk tujuan pasar Kalimantan Tengah dan Petani → Pengecer untuk tujuan pasar Banjarmasin/lokal

Peluang peningkatan efisiensi terletak pada penekanan biaya transportasi dengan memilih model transportasi yang sesuai, penekanan tingkat kerusakan menjadi seminimal mungkin, dengan penerapan teknik pengemasan yang baik.

Nenas

Nenas di lahan rawa pasang surut sulfat masam potensial dan gambut cukup berkembang dengan baik. Nenas di Lahan rawa pasang surut Kabupaten Kapuas sudah dipasarkan di wilayah Kalimantan Tengah dan Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi integrasi pasar nenas pada harga pedagang pengecer dengan harga pedagang pengumpul di pasar kota sehingga harga di pedagang pengecer memiliki pengaruh dominan terhadap pembentukan harga pada pedagang pengumpul di pasar kota. Struktur pasar

komoditas nenas mengarah ke oligopoli. Saluran pemasaran nenas yang efisien adalah petani → pedagang pengumpul kodya → pengecer (Palangkaraya) dan petani → pedagang pengumpul Antar daerah/pengecer (Banjarmasin) (Rina, 2009).

Sayuran

Masalah yang dihadapi pelaku pemasaran terhadap komoditas sayuran di lahan rawa lebak adalah permodalan dan kestabilan harga. Pedagang pengumpul desa tak dapat memperbesar volume penjualan dan membayar tunai pada petani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada lima saluran pemasaran untuk mendistribusikan tomat, cabai, terung dan gambas dari produsen ke konsumen akhir dengan margin pemasaran berturut-turut tomat 40,0-80,54%, cabai 52,92-77,03%, terung berkisar 49,57-74,29% dan gambas 50,0 -83,33% dari harga yang dibayar konsumen (Rina, 2010; Rina, 2011). Dari nilai farmer's share yang dicapai yaitu nilai farmers share pada pemasaran terung terjadi pada tujuan pasar Kabupaten Hulu Sungai Tengah : Petani → Pedagang Pengumpul Desa → Pedagang Grosir → Pengecer memiliki nilai farmers share >50% yang berarti saluran tersebut cukup efisien. Demikian juga nilai farmers share pada gambas terjadi pada saluran untuk tujuan pasar Kabupaten Hulu Sungai Tengah : Petani → Pedagang Pengumpul Desa → Pedagang Grosir → Pengecer. Struktur pasar sayuran tomat, cabai, terung dan gambas mengarah kepada oligopoly (nilai indeks Herfindahl mendekati 1) artinya pasar sayuran lebih dikuasai oleh pedagang pengumpul, hal ini disebabkan jumlah pembeli sayuran meskipun sedikit tetapi volume penjualannya cukup besar dengan frekuensi 1-7 kali seminggu. Petani sayuran belum memiliki bargaining power, karena sebagian pedagang pengumpul memberikan pinjaman uang kepada petani pada saat tanaman belum panen dan pembayaran dilakukan setelah panen. Selain itu petani harus menjual sayuran kepada pedagang tersebut dengan harga yang biasanya ditetapkan oleh pedagang.

Pemasaran sawi yang berasal dari Kalimantan Tengah umumnya dipasarkan di wilayah Kalimantan Tengah. Pada pemasaran sawi dan kangkung di Kalimantan Tengah menunjukkan bahwa terjadi integrasi pasar pada harga pedagang pengecer dengan harga pedagang pengumpul di pasar kota pada komoditas sawi. Struktur pasar komoditas sawi dan kangkung dalam bentuk persaingan sempurna. Saluran pemasaran yang efisien pada pemasaran Sawi adalah petani → pedagang pengumpul → pengecer (Rina dan Noorginayuwati, 2008)

Ternak

Ternak seperti itik alabio, kerbau rawa dan ikan berkembang baik di lahan rawa lebak. Persentase penjualan kerbau, sebesar 100% dipasarkan melalui pedagang pengumpul lokal, 65% dipasarkan oleh pedagang besar dalam provinsi, sisanya 35% dipasarkan oleh pedagang besar luar provinsi (Qomariah *et al*, 2012). Sedangkan pemasaran telur itik selain dijual sendiri oleh petani ke pasar atau pedagang pengumpul yang datang ke rumah petani. Harga yang diterima petani lebih rendah Rp 10/butir. Demikian pula pembelian pakan ternak, petani sebagian besar tidak membayar tunai. Selisih harga pakan antara dibayar cash dengan dihutang satu minggu adalah Rp 10.000/karung atau Rp 200/kg (Rohaeni, 2015). Sedangkan pemasaran telur itik di lahan rawa pasang surut yang paling efisien adalah: peternak → konsumen akhir dimana menunjukkan farmer share paling tinggi dan margin pemasaran paling kecil. Untuk diversifikasi tujuan pasar yang mana selain farmer share cukup tinggi dan memberikan penerimaan tertinggi bagi pedagang yaitu indeks efisiensi teknis dan efisiensi ekonomis yang paling tinggi serta profit cost ratio bagi semua pedagang merata adalah pada saluran: peternak → pedagang pengecer → konsumen akhir (Mahdalena *et al.*, 2016)

Perluasan pasar komoditas seperti sayuran dan ternak berasal dari lahan rawa dapat dilakukan melalui (a) perbaikan sistem dan efisiensi pemasaran komoditas dan (b) perbaikan kualitas. Perbaikan pemasaran komoditas lahan rawa ditujukan pada saluran pemasaran yang efisien. Saluran yang efisien biasanya saluran yang pendek, sehingga keuntungan tidak terdistribusi pada pelaku pemasaran yang banyak. Peningkatan efisiensi dapat dilakukan dengan menekan biaya transportasi dan mengurangi tingkat kerusakan komoditas yang dijual pada saat pengangkutan. Hal ini dapat dilakukan dengan teknis pengemasan yang baik. Perluasan pasar perlu dilakukan bukan hanya pada provinsi yang terdekat tetapi juga yang jauh. Kemudian peningkatan mutu hasil komoditas lahan rawa seperti buah jeruk, nenas dan sayuran perlu dilakukan. Konsumen akan memilih komoditas yang dijual dengan kualitas yang lebih baik dengan harga yang sama. Mutu buah yang dijual hendaknya tidak kalah dengan mutu buah impor. Mutu buah dapat diperoleh bilamana petani menerapkan antara lain: teknologi budidaya yang baik (penggunaan bibit yang baik, pemeliharaan yang intensif), penanganan panen dan pasca panen.

Penutup

Karakteristik petani lahan rawa antara lain: tingkat pendidikan rata-rata 7 tahun (SD-SMP), pemilikan lahan 1,75 ha/KK, pengalaman bertani rata-rata 19 tahun dan modal yang dimiliki masih kecil.

Tingkat adopsi petani terhadap varietas Inpara dan Margasari di lahan pasang surut cukup tinggi sementara di lahan rawa lebak masih rendah. Preferensi petani terhadap morfologi tanaman, hampir semua varietas seperti Inpara 2,3,4,6,7,8,9, Mekongga, Ciherang dan Margasari disukai kecuali Inpara 1 dan 5 cukup disukai etnis Banjar dan Jawa. Demikian pula warna nasi, rasa nasi dan kepulenan nasi, hampir semua varietas disukai hingga cukup disukai oleh petani kedua etnis Jawa dan Banjar.

Tenaga kerja yang tersedia rata-rata 539,5 HOK/KK/TH dan digunakan 279,95 HOK/KK/TH atau baru 52,0%. Tenaga kerja petani didistribusikan untuk tanaman padi dan tanaman lainnya 29,3%, ternak 24,0%, buruh tani 28,1% dan non pertanian 18,6%.

Pengusahaan tanaman pangan, hortikultura, tanaman keras dan ternak utama di lahan rawa menguntungkan dan efisien. Dengan kegiatan usahatani dan non usahatani yang dilakukan petani di lahan rawa pasang surut memberikan pendapatan berkisar Rp 20.784.434,- - Rp 36.158.060,-/KK/TH dan di lahan rawa lebak Rp 8.980.000,- - Rp 40.000.000,-/KK/TH. Sebaran pendapatan per kapita di lahan rawa pasang surut terkategori pada ketimpangan sedang dan di lahan rawa lebak pemerataan pendapatan dengan ketimpangan rendah. Peningkatan pendapatan petani di lahan rawa dapat dilakukan melalui diversifikasi usaha.

Petani sayuran belum memiliki *bargaining power* sehingga belum mendapatkan nilai tambah yang memadai. Struktur pasar komoditas hortikultura lahan rawa umumnya bersifat oligopoly. Untuk pengembangan pasar komoditas rawa dapat dilakukan melalui perbaikan sistem dan efisiensi pemasaran dan perbaikan mutu produk.

Daftar Pustaka

- Alihamsyah, T. 2002. Hasil Penelitian Pertanian pada Lahan Pasang Surut. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Spesifik Lokasi, Jambi tanggal 18-19 Desember 2003.
- Antarlina, S. S., dan Y. Rina. 2011. Industri kacang asin dan analisis usahatani di lahan rawa Kalimantan Selatan. *Dalam* Kudang Boro Seminar *et al* (Penyunting) Prosiding Seminar Nasional Informatika Pertanian 2011, Bandung 20-21 Oktober 2011. Fakultas Teknologi Industri Universitas Padjadjaran Bandung. Hlm. 341-350.
- Anwarhan. 1986. Mengenal masalah pasang surut dan cara penanggulangannya untuk pengembangan usahatani pasang surut. Paper pada acara Coaching Petugas-Petugas Pengelola Usahatani Pasang Surut dan Lebak Banjarbaru. Kalimantan Selatan.
- Anwar, K. 2009. Pengembangan pendekatan PTT Lahan Rawa Untuk Meningkatkan IP Menjadi 300 Dan Produktivitas Tanaman Pangan > 50% Pada Kawasan PLG. Laporan akhir penelitian TA 2009. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru. 49 hlm.
- Ar-Riza, I., H. D. Noor., dan Chaerudin. 1993. Teknologi penunjang sistem usahatani lahan rawa dangkal. *Dalam* Isdijanto Ar-Riza *et al* (Penyunting). Sistem Usahatani dan Teknologi Penunjang di Lahan Pasang Surut dan Lebak Kal Sel. Proyek Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan raw Swamps-II. Pusat Penelitian dan pengembangan Tanaman Pangan. Hlm. 73-94.
- Barkatullah, A.H., Ifrani., dan M.S. Buana. 2013. Kebijakan sistem resi gudang untuk meningkatkan kesejahteraan petani lahan basah sebagai model pemasaran komoditas pertanian (studi kasus sistem resi gudang di Kabupaten Barito Kuala). Sumber:<http://eprints.Unlam.ac.id>. (diunduh 20 Maret 2017).
- Bustami, J. Bobihoe., dan Jumakir. 2014. Pertumbuhan dan produktivitas kacang hijau sebagai tanaman sela di antara kelapa pada lahan pasang surut. *Dalam* Elna Karmawati, *et al* (Penyunting). Prosiding Konferensi Nasional Kelapa VIII. Hlm. 141-146.
- Galib, R. 2014. Pengembangan komoditas ubijalar di lahan rawa lebak kalimantan selatan sebagai sumber pangan (Kasus di Kecamatan Daha Utara). *Dalam* Muhammad Yasin *et al* (Penyunting) Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi Banjarbaru 6-7 Agustus 2014. BP2TP. Badan Litbang Pertanian. Hlm. 467-472.
- Hambari, F.S., A. Mara., dan Elwamendri. 2013. Faktor yang mempengaruhi pemanfaatan lahan lebak pada usahatani padi di Kecamatan Maro Sebo Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Sosio Ekonomika Bisnis* 16(2): 26-35.
- Harnisah, Nurhidayat., dan S. Emma. 2004. Teknologi Pembesaran Nila Gift di Kolam Rawa Lebak. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Selatan.

- Hermanto, R. 2007. Rancangan kelembagaan kelompok tani dalam implementasi primatani di Sumatera Selatan. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian* 5(2): 110-123.
- Hidayat, T. 2010. Kontestasi sains dengan pengetahuan lokal petani dalam pengelolaan lahan rawa pasang surut Kalimantan Selatan. Disertasi Sekolah Pascasarjana IPB. 279 hal. Sumber : [Http://repository, ipb.ac.id](http://repository.ipb.ac.id), (diunduh 6 Maret 2017).
- Hutapea, Y., dan B. Raharjo. 2016. Distribusi pendapatan dan kemiskinan rumah tangga petani di wilayah pasang surut (Kasus di Desa Saleh Mukti Kecamatan Air Salek Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan). Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal. Palembang 20-21 Oktober 2016. Pusat Unggulan Riset Pengembangan Lahan Suboptimal (PUR-PLSO) UNSRI. Hlm. 252-262.
- Imam, S.H.M. 2007. Kiat keberhasilan pengelolaan usahatani terpadu. makalah seminar nasional inovasi teknologi dan kelembagaan pertanian dalam upaya peningkatan pemberdayaan masyarakat, Yogyakarta, 24-25 Agustus 2007. BP2TP. 4 hlm.
- Kartasasmita, G. 1996. Pembangunan Untuk Rakyat: Memadukan Pertumbuhan dan Pemerataan. PT. Pustaka CIDESINDO, Jakarta.
- Koesrini. 2016. Analisis kesesuaian varietas dan perbanyakan benih padi lahan rawa. Laporan Akhir Tahun Anggaran 2016. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 52 hlm.
- Larasari, S.P. 2012. Karakterisasi sifat fisikokimia dan organoleptik nasi dan beberapa varietas beras. Skripsi. Institut Pertanian Bogor
- Listianingsih, S., H. Sutikno., dan Yanti Rina. 2006. Pemasaran Jeruk Siam. Dalam Muhammad Noor, Koesrini dan D. Nazemi (Penyunting). Monograf Jeruk Siam di Lahan Rawa Pasang Surut. Pengelolaan dan Pengembangannya. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Balittra. Hlm. 121-132.
- Mahdalena., A. Djafar., dan M. Yulianti. 2016. Analisis pemasaran telur itik (*Anas platyrhynchos*) di Desa Bunipah Kecamatan Aluh-Aluh Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Jurnal Agrosientiae* 23(1):27-34.
- Musyafak, A., dan T.M. Ibrahim. 2005. Strategi percepatan adopsi dan difusi inovasi pertanian mendukung primatani. *Analisis Kebijakan Pertanian* 3(1):20-37.
- Mukhlis, Y. Rina., dan Nurtirtayani. 2009. Peningkatan produktivitas lahan lebak tengahan melalui penataan lahan dan pola tanam. Dalam Markus Anda *et al* (Penyunting). Prosiding Seminar Nasional Dan Dialog Sumberdaya Lahan Pertanian, BUKU IV. Teknologi Pengelolaan Lahan rawa. Bogor, 18-20 November 2008. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Hlm. 51-56.

- Nazemi, D, H. Sutikno., dan Y. Rina. 2006. Faktor-faktor penentu pola pemanfaatan lahan lebak. *Dalam* Muhammad Noor *et al* (Penyunting). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Terpadu Banjarbaru, 28-29 Juli 2006. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian dan Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Hlm. 63-71.
- Noorginayuwati., dan K. Anwar. 2015. Tingkat adopsi komponen teknologi usahatani padi melalui SL-PTT di lahan rawa lebak tengahan (Kasus Di Kabupaten Hulu Sungai Selatan dan Hulu Sungai Tengah). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 18(1):57-66.
- Noorginayuwati, M. Alwi, D. Nazemi, K.Anwar, Y. Rina, S. Nurzakiah, E.William., dan M. Saleh. 2015. Pengembangan inovasi teknologi pengelolaan lahan rawa berkelanjutan. Laporan Akhir Balittra Tahun Anggaran 2015. 51 Hlm.
- Nursyamsi, D., M. Alwi, M.Noor, K.Anwar, E. Maftuah, I. Khairullah, I. Ar-Riza, S. Raihan, R.S.Simatupang, Noorginayuwati., dan A. Jumberi. 2014. Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Rawa Lebak Untuk Pertanian berkelanjutan. IAARD PRESS.72 hlm.
- Oshima, Harry T. 1981. Ketimpangan pendapatan dan pertumbuhan ekonomi, pengalaman masa sesudah perang di negara-negara asia. *Ekonomi Pembangunan dan Ekonomi Pertanian*. PT Gramedia. Jakarta.
- Pasandaran, E., Rusastra, I. W, Manurung V.T. 1991. Perspektif peningkatan pendapatan petani di indonesia bagian timur. *Forum Penelitian Agro Ekonomi (FAE)* 9(1).
- Putri, F.T., E. Saleh., dan R.H. Purnomo. 2014. Optimalisasi pengelolaan rawa lebak pematang dengan pola tanam di Ogan Keramasan Sumatera Selatan. *Dalam* Siti Herlinda *et al* (Penyunting) Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014, Palembang September 2014. Hlm. 188-198.
- Qomariah, R., E.S. Rohaeni., dan A. Subhan. 2012. Pemasaran Kerbau rawa di wilayah benua enam provinsi Kalimantan Selatan. *Dalam* Chalid Talib *et al* (Penyunting). Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau, Samarinda 21-22 Juni 2011. Pusat Penelitian dan Pengembangan Ternak. Badan Litbang Pertanian dan Direktorat Pembibitan, Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan. Hlm. 128-132.
- Qomariah, R., E.S. Rohaeni., dan Y.Rina. 2009. Analisis kelayakan finansial usahatani kerbau rawa (*Bubalus bubalis*) di Kabupaten Hulu Sungai Utara Kalimantan Selatan *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 12(3)
- Rachman, A., M. Noor., dan Y. Rina. 2011. Prospek dan strategi pengembangan sistem budidaya dan agribisnis jagung di lahan rawa: Peluang dan Kendala. *Dalam* S oenartiningsih *et al* (Penyunting). Prosiding Seminar Nasional Serealia Meningkatkan Peran Penelitian

- Serealia Menuju Swasembada Pangan Berkelanjutan. Maros 27-28 Juli 2016. Puslitbangtan. Kementerian Pertanian. Hlm 15-25.
- Rambe, S.S.M., dan B. Honorita. 2011. Perilaku petani dalam usahatani padi di lahan rawa lebak. Prosiding Seminar Nasional Budidaya Pertanian Pengendalian Alih Fungsi lahan Pertanian: Urgensi dan Strategi. Bengkulu 7 Juli 2011. Sumber: <http://repository.unib.ac.id> (diunduh 7 Maret 2017). Hlm. 115-129.
- Rina, Y. 2007. Sistem usahatani jeruk siam banjar dan kontribusinya terhadap pendapatan petani di lahan Lebak Kalimantan Selatan. *Dalam Mukhlis et al* (Ed.). Prosiding Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa Revitalisasi Kawasan PLG dan Lahan Rawa Lainnya untuk Membangun Lumbung Pangan. Buku II. Kuala Kapuas, 3-4 Agustus 2007. Badan Litbang. Hlm. 247-264.
- Rina, Y., dan Noorginayuwati. 2008. Analisis pemasaran sawi dan kangkung di lahan pasang surut Kalimantan Tengah. *Dalam Agus Supriyo et al* (Penyunting). Prosiding Nasional Pengembangan Lahan Rawa "Tema Inovasi Teknologi Pertanian Lahan Rawa Mendukung Rawa Makmur. Kerjasama Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian dengan Balitbangda Propinsi Kalimantan Selatan. Hlm. 365 – 376. Hlm. 365 – 376.
- Rina, Y., dan Noorginayuwati. 2009. Analisis keunggulan kompetitif komoditas pertanian di lahan lebak Kalimantan Selatan. *Dalam Mohd. Harisuddin, V.Ratri C, Kusnandar, Suwanto dan Supyani* (Penyunting). Prosiding Seminar dan Temu Ilmiah Nasional Revitalisasi Pertanian dalam menghadapi Krisis Ekonomi Global, Surakarta, 21 Maret 2009. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret-Surakarta. Hlm. 300 – 312.
- Rina, Y. 2009. Analisis pemasaran nenas di lahan pasang surut Kalimantan Tengah. *Dalam Ridwan Thahir et al* (Penyunting). Prosiding Seminar Nasional Buah Nusantara.. Kerjasama Balitjestro dan Balitbu Tropika Puslitbang Hortikultura dengan Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Bogor. Hlm 242-256.
- Rina, Y. 2010. Pemasaran tomat di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan. *Dalam Fachrur Rozi et al* (Editor). Prosiding National Green Technology. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Hlm 112 – 117.
- Rina, Y. 2011. Pemasaran cabai, terung dan gambas di lahan rawa lebak Kalimantan Selatan. *Dalam Gunawan Mulyadi et al*, (Penyunting). Prosiding Seminar Nasional Pemberdayaan Petani Melalui Inovasi Teknologi Spesifik Lokasi. Yogyakarta, 25 Oktober 2011. Balai Besar Pengkajian dan pengembangan Teknologi Pertanian. Hlm. 681-692.
- Rina, Y. 2012. Evaluasi Keragaan teknologi budidaya padi dan adopsinya di lahan rawa pasang surut (Kasus Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau). *Dalam Sarlan Abdulrahman et al* (Penyunting). Prosiding

- Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Padi Nasional 2011 Buku 3. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Litbang Pertanian. Hlm. 1411 – 1424.
- Rina, Y., dan Nursyamsi. 2012. Financial analysis of citrus farming on the surjan system at tidal swampland. *Dalam* Edi Husen *et al* (Eds.). Proceedings International Workshop on Sustainable Management of Lowland for Rice Productions. Banjarmasin, 27-28 September 2012. Indonesian Agency For Agricultural Research And Development Ministry of Agriculture. Hlm. 357 – 368.
- Rina, Y. 2013. Analisis kelayakan usahatani padi dan jagung di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Djoko Purnomo *et al* (Editor). Prosiding Seminar Nasional Akselerasi Pembangunan Pertanian berkelanjutan Menuju Kemandirian Pangan dan Energi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Hlm. 491-498.
- Rina, Y., dan Mawardi. 2013. Ketersediaan tenaga kerja dan kesempatan kerja di daerah eks pengembangan lahan gambut sejuta hektar di Kalimantan Tengah. *Jurnal Agroscentiae* 20(1): 1-8.
- Rina, Y., dan Noorinayuwati. 2013. Sosial ekonomi petani di lahan gambut. *Dalam* M. Noor *et al* (Eds.). Lahan Gambut: Pemanfaatan dan Pengembangannya untuk Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor. Kanisius. Hlm 217-249.
- Rina, Y., Noorinayuwati., dan H. Subagio. 2014. Aspek sosial ekonomi pada budidaya padi di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Dedi Nursyamsi *et al* (Eds.). Teknologi Inovasi Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional. IAARD PRESS. Hlm. 275-299.
- Rina, Y. 2015. Usahatani Padi dan Kontribusinya Terhadap Pendapatan Petani di Lahan Rawa Lebak. *Jurnal Agroscentie* 22(1): 5-12.
- Rina, Y dan Koesrini. 2016^a. Tingkat adopsi varietas inpara dan margasari di lahan rawa pasang surut. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian AGROS*. 18(1): 81-92.
- Rina, Y., dan Koesrini. 2016^b. Tingkat adopsi varietas inpara di lahan rawa lebak. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis* 12(2):193-204
- Rina, Y., dan A. Rafieq. 2016. Analisis usahatani padi dan jagung pada program upaya khusus peningkatan produksi padi, jagung dan kedelai di lahan rawa Kalimantan Selatan. Makalah disampaikan pada Pertemuan Koordinasi Petugas Pembiayaan Pertanian pada Tanggal 7 April 2016. Banjarbaru. 15 Hlm
- Rina, Y., dan H. Syahbuddin. 2013. Zona kesesuaian lahan rawa pasang berbasis keunggulan kompetitif komoditas. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis* 10(1):103-114.
- Rohaeni, S. 2015. Usahatani tanaman dan ternak itik alabio berorientasi bioindustri di lahan rawa lebak Kabupaten Hulu Sungai Utara. Laporan Akhir Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan Tahun Anggaran 2015. 123 hlm.

- Sayogyo. 1977. Golongan miskin dan partisipasinya dalam pembangunan desa. *Prisma* VI (3):10-17.
- Sinar Tani. 2014. Manisnya budidaya pepaya di lahan gambut. *Tabloid Sinar Tani* Edisi 15- 21 Januari 2014. No. 3540 Tahun XLIV. Hlm 13.
- Subagio, H., W. Annisa., dan M. Noor. 2016. Model pertanian lahan rawa pasang surut berbasis tanaman pangan dan ternak. Laporan Akhir Tahun Anggaran 2016. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.48 hlm.
- Susilowati, S.H. 2010. Pendekatan skala ekivalens untuk mengukur kemiskinan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. Vol 28(20:91-105.
- Sumarno., dan U.G.Kartasasmita. 2010. Kemelaratan bagi petani kecil di balik kenaikan produktivitas padi. Pusat Litbang Pertanian. *Sinar tani* Edisi 30 Desember 09-5 Januari 2010; No 3335. Tahun XI, hal 18.
- Wahyunindyawati, F. Kasijadi, T. Purbiati dan S.R. Soemarsono. 1999. Survei adopsi teknologi pembibitan salak secara vegetatif di sentra produksi salak Bali dan Jawa Timur. *Jurnal Hortikultura Volume* 9(3): 235-242.
- Zahri, I., dan Febriansyah. 2014. Diversifikasi usaha dan pengaruhnya terhadap pendapatan rumah tangga petani padi lebak. *Jurnal AGRISE XIV* (2): 144-153.

KELEMBAGAAN PERTANIAN DI LAHAN RAWA

Yanti Rina D dan Sudirman Umar

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

tuha13@yahoo.co.id

Ringkasan

Keberhasilan pembangunan pertanian tidak hanya tergantung pada faktor teknis dan biologis tetapi juga faktor sosial ekonomi dan kelembagaan. Peran kelembagaan pertanian cukup penting dalam melaksanakan program dan proyek peningkatan produksi pertanian. Kelembagaan pertanian yang lemah dan belum optimal di lahan rawa adalah indikasi masih rendahnya produktivitas dan posisi tawar petani. Meningkatkan kinerja kelembagaan penunjang untuk mendukung efektifitas kegiatan usahatani di lahan rawa dibutuhkan penguatan dan pemberdayaan kelembagaan pertanian. Kegiatan yang perlu dilakukan adalah meningkatkan peran penyuluhan, kompetensi PPL, kemampuan kelompok tani dalam hal pengadaan sarana produksi, permodalan, pemasaran, dan kemampuan kelompok P3A dalam mengelola pengairan. Peran kelembagaan pertanian dalam melakukan fungsinya perlu didampingi oleh instansi terkait atau pembinaan secara terintegrasi antara peneliti, penyuluh, juru air, aparat desa dan fasilitasi dinas pertanian dan pekerjaan umum. Kelembagaan UPJA perlu dikelola dan diberdayakan secara optimal agar lebih berperan mendukung pelaksanaan program peningkatan produksi padi, jagung dan kedelai di lahan rawa.

Pendahuluan

Keberhasilan pembangunan pertanian di lahan rawa selain tergantung pada faktor teknis dan biologis, juga pada faktor sosial ekonomi dan kelembagaan. Faktor penggerak pembangunan meliputi sumberdaya alam, manusia, teknologi dan kelembagaan. Keempat faktor merupakan faktor kecukupan untuk mencapai suatu keragaan yang dikehendaki artinya apabila satu atau lebih dari faktor tersebut tidak ada/tidak sesuai dengan syarat kecukupan tersebut, maka kegiatan yang dilakukan tidak akan menghasilkan keragaan yang diinginkan (Pakpahan, 1989). Implikasi dari hal tersebut menunjukkan bahwa dalam mencapai keberhasilan pembangunan pertanian di lahan rawa tidak cukup hanya dengan mengintroduksi teknologi atau peningkatan kemampuan sumberdaya manusia tetapi lebih mengarah kepada pemecahan masalah sosial ekonomi dan kelembagaan penunjang.

Kendala aspek sosial ekonomi dan budaya dalam pengembangan pertanian di lahan rawa antara lain: (1) rendahnya tingkat pendidikan dan keterampilan petani, (2) masih kuatnya adat budaya tradisional, (3) terbatasnya tenaga kerja, (4) terbatasnya infrastruktur atau prasarana penunjang seperti jaringan tata air dan perhubungan serta air bersih, (5) rendahnya aksesibilitas lokasi, dan (6) belum berkembang dan berfungsinya secara baik kelembagaan agribisnis terutama penyediaan sarana produksi, keuangan atau permodalan, pengelolaan pasca panen, pemasaran hasil, sistem informasi dan penyuluhan (Jumberi dan Alihamsyah, 2010). Menurut Dimiyati (2007), bahwa permasalahan yang masih melekat pada sosok petani dan kelembagaan petani di Indonesia adalah: (1) masih minimnya wawasan dan pengetahuan petani terhadap masalah manajemen produksi maupun jaringan pemasaran, (2) petani belum terlibat secara utuh dalam kegiatan agribisnis, tetapi masih terfokus pada kegiatan produksi (*on farm*), dan (3) peran dan fungsi kelembagaan petani sebagai wadah organisasi petani belum berjalan optimal.

Kelembagaan dapat digolongkan atas tiga kategori utama yaitu kelembagaan pemerintah, komunitas dan swasta (Syahyuti, 2004). Ketiga kelembagaan tersebut direpresentasikan menjadi kekuatan politik, sosial dan ekonomi. Masing-masing memiliki peran harus dijalankan secara ideal. Konfigurasi kekuatan antara ketiganya merupakan dasar pembentukan sistem sosial. Pengembangan pertanian di lahan rawa membutuhkan kelembagaan yang sesuai dan spesifik. Menurut Fatah (2011) kelembagaan tersebut antara lain: (1) lembaga yang dapat membantu petani yang memerlukan modal dan intensif dalam mengelola lahan rawa, (2) lembaga yang dapat mendukung terciptanya sistem transportasi dan pemasaran produk lahan rawa yang dapat diandalkan, (3) lembaga yang dapat memberi jaminan memuaskan bagi pelayanan dan penyuluhan serta contoh demonstrasi teknologi, dan (4) dukungan kelembagaan riset dan pengembangan teknologi. Peran kelembagaan pertanian saat ini sangat menonjol dalam program dan proyek peningkatan produksi padi, jagung dan kedelai. Namun dampak kelembagaan petani masih lemah dan belum optimal, sehingga menyebabkan rendahnya produktivitas dan posisi tawar petani.

Sistem usahatani di lahan rawa sudah memanfaatkan kelembagaan sebagai upaya pemberdayaan petani, namun keberadaannya masih belum digunakan secara optimal untuk meningkatkan nilai tukar petani. Hal ini disebabkan kelembagaan pertanian lebih banyak digunakan

untuk menjalankan program, namun sering mengalami kekeliruan atau ketidaktepatan sehingga kurang menjamin kemandirian dan keberlanjutan (Syahyuti, 2003; Djalil, 2016). Umumnya kelembagaan yang terbentuk karena adanya motivasi petani keberadaannya bertahan terus walaupun tidak mendapat bantuan dana atau program dari pemerintah. Untuk menjembatani hal ini dibutuhkan perlindungan dan keberpihakan pada petani melalui penguatan kelembagaan dan pemberdayaan petani serta meningkatkan aksesibilitas petani dengan kelembagaan penunjang di lahan rawa.

Inovasi baru akan bermanfaat apabila dapat menjangkau masyarakat dan diterapkan sesuai dengan kebutuhan penggunanya. Oleh karena itu, diperlukan suatu lembaga baik formal maupun informal yang mampu mengembangkan inovasi tersebut. Lembaga tersebut bukan hanya mentransfer tetapi juga bisa merubah inovasi sesuai kondisi setempat agar mudah dimengerti oleh masyarakat, mitra kerja dari berbagai instansi sehingga mudah diadopsi oleh pengguna. Menurut de Vito (1977) lembaga informal lebih mudah masuk dan diserap pengguna, karena cara komunikasinya lebih efektif dalam pengembangan inovasi.

Tujuan penulisan makalah adalah untuk memberikan informasi tentang kelembagaan pertanian dalam mendukung pengembangan pertanian di lahan rawa.

Permasalahan kelembagaan pertanian

Rata-rata pemilikan lahan untuk pertanian relatif sempit dengan modal rendah sehingga tidak memiliki daya tawar dan berbeda halnya jika petani dalam suatu kelompok. Agar petani bergabung dalam suatu kelompok dibutuhkan pendekatan yang spesifik. Oleh karena itu, pemerintah perlu memperhatikan penguatan kelompok petani agar petani memiliki kemandirian baik dalam hal permodalan maupun pemasaran hasil.

Menurut Purwanto *et al.* (2007) dan Hermanto *et al.* (2010), kelembagaan petani di daerah pedesaan, umumnya tidak berjalan dengan baik disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Kelompok tani umumnya dibentuk berdasarkan kepentingan teknis untuk memudahkan pengorganisasian apabila ada kegiatan atau program pemerintah, sehingga lebih bersifat orientasi program, dan kurang menjamin kemandirian dan keberlanjutan kelompok,

2. Partisipasi dan kekompakan kelompok dalam kegiatan kelompok masih rendah, tercermin dari tingkat kehadiran anggota dalam pertemuan kelompok rendah,
3. Pengelolaan kegiatan produktif anggota kelompok bersifat individu. Kelompok sebagai forum kegiatan bersama belum mampu menjadi wadah pemersatu kegiatan dan pengikat kebutuhan anggota secara bersama, sehingga kegiatan produktif individu lebih menonjol. Hal ini disebabkan kurangnya modal, ketidakstabilan harga dan jalur pemasaran yang terbatas,
4. Pembentukan dan pengembangan kelembagaan tidak menggunakan basis *social capital* setempat dengan prinsip kemandirian lokal, yang dicapai melalui prinsip keotonoman dan pemberdayaan,
5. Pembentukan dan pengembangan kelembagaan berdasarkan konsep cetak biru (*blue print approach*) yang seragam. Introduksi kelembagaan dari luar kurang memperhatikan struktur dan jaringan kelembagaan lokal yang telah ada, serta kekhasan ekonomi, sosial dan politik yang berjalan,
6. Pembentukan dan pengembangan kelembagaan berdasarkan pendekatan yang *top down*, menyebabkan tidak tumbuhnya partisipasi masyarakat,
7. Kelembagaan-kelembagaan yang dibangun terbatas hanya untuk memperkuat ikatan horizontal, bukan ikatan vertikal. Anggota suatu kelembagaan terdiri atas orang-orang dengan jenis aktivitas yang sama. Tujuannya agar terjalin kerjasama yang dapat meningkatkan daya tawar petani. Untuk ikatan vertikal diserahkan kepada mekanisme pasar, dimana otoritas pasar sulit menjangkaunya.
8. Meskipun kelembagaan sudah dibentuk, pembinaan yang dijalankan cenderung individual, yaitu hanya kepada pengurus. Pembinaan kepada kontak tani memang lebih murah, namun pendekatan ini tidak mengajarkan bagaimana meningkatkan kinerja kelompok, karena tidak ada *social learning approach*.
9. Pengembangan kelembagaan selalu menggunakan jalur struktural, dan lemah dari pengembangan aspek kulturalnya. Struktur organisasi yang dibangun tidak diikuti oleh pengembangan aspek kulturalnya. Sikap berorganisasi belum tumbuh pada diri pengurus dan anggotanya, meskipun wadahnya sudah tersedia.

Permasalahan kelembagaan petani di lahan rawa lebih spesifik dibandingkan dengan kelembagaan dari wilayah lainnya. Permasalahan yang dihadapi antara lain: lemahnya permodalan, terbatasnya tenaga kerja, dan pengelolaan air belum sesuai anjuran untuk mengelola usahatani. Petani dalam berusaha tani masih berorientasi pada pemenuhan kebutuhan keluarga (subsisten) dan belum berorientasi pasar. Oleh karena itu, ketersediaan faktor pendukung seperti lembaga ekonomi pedesaan, kelembagaan alsintan, dan kemandirian P₃A serta kebijakan pemerintah dalam pemasaran sangat diperlukan untuk mendukung pengembangan pertanian di lahan rawa.

Kelembagaan Pertanian

Kelembagaan adalah barang yang nyata ada dimasyarakat, tetapi tidak mudah dilihat karena merupakan hubungan yang mengatur kehidupan manusia. Menurut teori *induced innovation model* (Ruttan dan Hayami, 1984) adanya saling keterkaitan antara empat faktor, yaitu *resource endowments*, *cultural endowments*, teknologi dan kelembagaan. Kelembagaan yang mengatur penggunaan teknologi dalam proses produksi dapat diubah untuk memungkinkan masyarakat memanfaatkan peluang produksi dan peluang pasar sebaik-baiknya. Kelembagaan muncul atau berubah karena adanya pengaruh kelangkaan sumberdaya tertentu (Hayami dan Kikuchi, 1987). Adanya kelangkaan sumberdaya tersebut, maka masyarakat membutuhkan pranata untuk mengatur penggunaannya. Dengan kata lain lembaga adalah alat untuk mengatur hubungan antar individu dan atau kelompok manusia dalam penggunaan sumberdaya yang langka dan distribusinya. Disamping itu, pilihan terhadap kelembagaan yang dianut dipengaruhi oleh risiko masing-masing pelaku yang terlibat. Sedangkan menurut Uphoff (1986) bahwa lembaga adalah suatu himpunan atau tatanan norma-norma dan tingkah laku yang bisa berlaku dalam suatu periode tertentu untuk melayani tujuan kolektif yang akan menjadi nilai bersama institusi ditekankan pada norma-norma perilaku, nilai budaya dan adat istiadat.

Kelembagaan dalam bahasa Indonesia mengandung dua pengertian yaitu institusi atau pranata dan organisasi. Kelembagaan sebagai organisasi mudah dikenali dalam bentuk nyata seperti KUD, Bank, pemerintahan dan sebagainya, sedangkan pengertian kelembagaan sebagai pranata dapat dikenal melalui pemahaman unsur-unsurnya (Soentoro, 2004). Kelembagaan dalam arti institusi mengandung empat unsur pokok yaitu

aturan main (*rule of the game*), hak dan kewajiban (*property right*), batas yurisdiksi atau ikatan serta sangsi. Sedangkan pada organisasi mempunyai aturan main, *property right*, batas yurisdiksi dan sangsi. Disamping keempat unsur tersebut, dalam organisasi mempunyai struktur organisasi (ketua, wakil; ketua, sekretaris, bendahara, seksi-seksi dll), peserta, tujuan, sumberdaya dan teknologi.

Kelembagaan di dunia pertanian terdiri dari lima kelompok, yakni kelembagaan sarana input produksi, kelembagaan produksi, kelembagaan pengolahan hasil, kelembagaan pemasaran, dan kelembagaan pendukung. Kelembagaan permodalan seperti koperasi termasuk kelembagaan pendukung (Syahyuti, 2003).

Menurut fungsinya lembaga terdiri: (1) Lembaga Pengaturan antara lain Badan Pembangunan Daerah, Dinas Pertanian, Dinas Koperasi dan Dinas Perdagangan, (2) Lembaga Penelitian antara lain Balai Pengkajian Teknologi Pertanian dan Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, (3) Lembaga Penyedia Sarana produksi antara lain Balai Pengkajian Sertifikat Benih (BPSB), Pupuk Sriwijaya, PT Pertani dan swasta, (4) Lembaga Penyuluhan antara lain BPTP, BPP dan BBLPP, (5) Lembaga Perkreditan: BRI dan (6) Lembaga Distribusi Sarana Produksi dan Pemasaran yaitu KUD.

Terbentuknya kelembagaan terdiri dari dua cara, yaitu:

1. Kelembagaan bentukan masyarakat:
 - a. Kelembagaan keagamaan: Yasinan
 - b. Kelembagaan hubungan kerja dan upah: sambatan, gotong royong, sistem upahharian, borongan dsb.
 - c. Kelembagaan penguasaan tanah : milik, sewa gadai, sakah.
 - d. Kelembagaan ekonomi: modal dan sarana produksi (rentenir), kios sarana produksi, pasar desa, dsb
2. Kelembagaan yang dibentuk pemerintah: BPP, PUAP, KUM-WT, Kelompok Tani, KUD, UPJA, P₃A dsb.

Berdasarkan hasil penelitian Alihamsyah *et al.* (2000); Ananto *et al.* (2000); Pranaji *et al.* (2000) terdapat 17 kelembagaan yang ada di tingkat desa yang berkaitan dengan sistem usahatani padi. Tujuh belas kelembagaan tersebut adalah: (1) Kelompok Tani, (2) Kelompok Wanita Tani, (3) Perkumpulan Petani pemakai Air (P₃A), (4) Kontak Tani Nelayan Andalan (KTNA), (5) Gabungan Kelompok Tani, (6) Penyuluh Pertanian Lapangan

(PPL), (7) Koperasi Tani (Koptan), (8) Koperasi Unit Desa (KUD), (9) Kelompok arisan, (10) Kelompok Simpan Pinjam, (11) Kios Saprodi, (12) Pedagang pengumpul/tengkulak, (13) Pasar, (14) Jasa angkutan, (15) Jasa alsintan, (16) Kilang padi, (17) Lembaga swadaya masyarakat.

Kenyataannya dilapangan, kelembagaan yang paling dibutuhkan dalam melakukan pengembangan pertanian di lahan rawa antara lain: lembaga kelompok tani, lembaga penyuluhan, lembaga pengelolaan air (P_3A), lembaga sarana produksi, lembaga alsintan dan lembaga pemasaran. Sistem yang ada di perdesaan, memerlukan adanya integrasi antara kelembagaan dan sarana penunjang sehingga sistem tersebut akan saling mendukung.

Kelembagaan sarana produksi

Kelembagaan sarana produksi adalah kelembagaan ekonomi yang bergerak di bidang produksi, penyediaan dan penyaluran sarana produksi. Kelembagaan yang berfungsi sebagai produsen atau perusahaan yang bergerak di bidang industri seperti PT Pusri, PT Pupuk Kujang, PT pupuk KalTim dsb, PT Sang Hyang Sri, PT. Pionir, PT. Pertani yang bergerak dibidang produksi benih. Kelembagaan yang bergerak di bidang distribusi/penyaluran sarana produksi seperti BUMN, Koperasi Unit Desa (KUD) dan usaha perdagangan swasta yang tersebar di sentra-sentra produksi. Kelembagaan Asosiasi bergerak untuk mengkoodinasikan kegiatan baik di bidang produksi maupun distribusi sarana produksi. Di bidang produksi seperti asosiasi produsen pupuk Indonesia (APPI) yang meliputi produsen pupuk perusahaan BUMN, sedang di bidang ekspor/impor asosiasi niaga pupuk Indonesia (ANPI) yang merupakan wadah bagi eksportir/importir pupuk.

Kelembagaan sarana produksi di tingkat desa/kelurahan ditangani oleh pengecer (kios saprodi) dan KUD. Keberadaan KUD dilahan rawa digantikan oleh kios-kios saprodi, hanya jumlah dan jenis saprodi yang dijual terbatas. Peranan pasar mingguan juga cukup penting dalam mendistribusikan sarana produksi seperti pupuk dan obat-obatan. Petani pada umumnya menggunakan sarana produksi seperti pupuk sesuai dengan modal yang dimiliki. Jika petani membutuhkan sarana produksi yang lengkap baik jumlah maupun jenis, sementara modal tidak dimiliki, petani dapat meminjam pada pedagang kios saprodi atau pedagang pengumpul desa dan membayar setelah panen (yarnen). Harga sarana produksi biasanya disepakati sebelumnya. Hubungan petani dengan pedagang terjalin antara

lain karena adanya kepercayaan, bersifat langganan dan hubungan bisnis. Hal ini terjadi pada petani sayuran di lahan rawa lebak, dimana petani menerima modal dari pedagang pengumpul dan hasil panennya akan dijual kepada pedagang pengumpul tersebut.

Petani di lahan rawa memperoleh benih padi unggul dari PT. Sang Hyang Seri, penangkar dan Unit Pelaksana Benih Sebar (UPBS) seperti UPBS Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra). UPBS Balittra dan Penangkar benih sebagai penyedia benih sumber secara tidak langsung meningkatkan adopsi padi unggul di lahan rawa pasang surut. Sejak tahun 2011-2016 jumlah benih unggul yang dihasilkan dan didistribusikan oleh UPBS Balittra sebesar 301,602 ton. Dari jumlah tersebut 69,6% didistribusikan sebagai bantuan dan 29,1% berupa non bantuan (Koesrini, 2016).

Idealnya KUD di lahan rawa harus difungsikan karena merupakan lembaga ekonomi di pedesaan yang memiliki fungsi untuk melayani dan menyediakan kebutuhan sarana produksi sesuai kebutuhan petani, sehingga petani memperoleh harga yang lebih rendah dibanding membeli pada pedagang lain. Namun kelembagaan ekonomi pedesaan yang secara formal mempunyai landasan hukum yang kuat yakni koperasi/KUD makin dilupakan oleh masyarakat perdesaan (Rahardjo, 2008). Ada semacam trauma kolektif bahwa KUD sebagai organisasi perekonomian pedesaan sangat tidak bisa dipercaya.

Pada dekade terakhir, keberadaan KUD di lahan rawa semakin berkurang, bahkan di beberapa desa bangunan kantor/KUD masih ada dengan papan nama tergantung, tapi tidak ada kegiatan yang dapat mendukung aktivitas petani. Bahkan KUD tidak beraktivitas lagi sehingga tumbuh atau bermunculan kios-kios yang menjual sarana produksi. Dalam hal persiapan benih, petani memperoleh benih dari penangkar benih. Di Sumatera Selatan khususnya, pengusaha RMU bekerjasama dengan petani untuk penyaluran sarana produksi (pupuk Urea dan TSP). Menurut Hermanto (2007), sarana produksi disalurkan oleh pengusaha RMU kepada petani menjelang musim tanam dan dibayar dengan sistem yarnen dengan tingkat bunga 5-8% per musim tanam. Kegiatan penyediaan sarana produksi menyangkut kegiatan pengadaan dan penyaluran membutuhkan perencanaan dan pengelolaan sarana produksi yang tepat, teknologi dan sumberdaya agar penyediaan input usahatani memenuhi kriteria tepat waktu, tepat jumlah, tepat jenis dan tepat mutu.

Salah satu upaya memperkuat kelembagaan sarana produksi, kebijakan diarahkan pada: a) peningkatan efisiensi penyaluran saprodi, b) menghilangkan praktek monopoli baik di dalam pengadaan maupun penyaluran saprodi oleh kelembagaan tertentu, dan c) pengawasan mutu saprodi secara ketat di lapangan.

Kelembagaan kelompok tani

Kelompok tani dibentuk berdasarkan prinsip-prinsip kebebasan, keterbukaan, partisipatif, keswadayaan, kesetaraan dan kemitraan (Deptan, 2007). Namun kadangkala pembentukan lembaga kelompok tani tidak partisipatif melainkan dipaksakan secara formal sebagai pra syarat untuk menerima dan melaksanakan program pemerintah (Iqbal *et al.* 2007), akibatnya beberapa kelompok mati sebelum berkembang.

Kelompok tani pada dasarnya sebagai pelaku utama dalam pembangunan pertanian di pedesaan. Keberadaan kelompok tani dapat berperan sebagai penyedia input usahatani (misalnya pupuk), penyedia modal (kegiatan simpan pinjam), penyedia air irigasi (kerjasama dengan P3A), penyedia informasi (penyuluhan melalui kelompok tani), serta pemasaran hasil secara kolektif (Hermanto dan Swastika, 2011)

Kelompok tani di lahan rawa sama seperti kelompok tani di wilayah lainnya yang memiliki permasalahan antara lain: masih lemahnya manajemen, keterbatasan modal, rendahnya posisi tawar saat panen raya serta musim hujan, dan keterbatasan akses pangan pada saat paceklik. Permasalahan seperti ini membutuhkan pemberdayaan kelompok tani yaitu meningkatkan kapasitas kelompok agar memiliki kemampuan, baik dalam hal keterampilan manajemen, permodalan, akses informasi pasar maupun memiliki posisi tawar. Menurut Aminah *et al.*, (2015) bahwa keberdayaan petani kecil berada pada katagori rendah, dipengaruhi oleh lemahnya faktor-faktor: (1) kualitas penyelenggaraan program, peran agen/pedamping atau penyuluh/petugas, akses dan dukungan lingkungan, karakteristik petani kecil dan ketepatan proses belajar, dan (2) karakteristik petani dan keberdayaan petani kecil yang tergolong rendah berpengaruh terhadap rendahnya ketahanan pangan keluarga petani kecil. Strategi peningkatan keberdayaan untuk meningkatkan ketahanan pangan petani kecil melalui perbaikan: kualitas penyelenggaraan program, peran pendamping, akses serta dukungan lingkungan, karakteristik petani kecil dan proses pembelajaran petani kecil.

Pengembangan kelembagaan petani sesuai dengan Permentan nomor 82/Permentan/OT.140/8/2013 tentang pedoman pembinaan kelompok tani. Kegiatan pemberdayaannya sangat tergantung kepada instansi terkait dalam hal ini oleh dinas pertanian yang dibebankan pada penyuluh pertanian lapangan (PPL). Jika kinerja PPL di lapangan menurun maka dinamika dan kemampuan kelompok tani juga menurun. Hal ini terlihat dari segi kuantitas meningkat namun kualitas tetap. Kelompok tani yang berstatus Madya masih sedikit, mungkin disebabkan pembentukan kelompok dari atas bukan dari petani sendiri yang dilakukan secara demokratis. Menurut Hermanto (2007) keberadaan dari sebagian besar kelompok tani sangat bervariasi; ada yang aktif dengan kinerja sangat baik dan ada pula yang kurang baik atau tidak aktif sama sekali. Selanjutnya menurut Yunita *et al.*, (2014) bahwa manajemen kelembagaan petani masih katagori sedang (kurang baik), kelembagaan ekonomi (koperasi) yang ada di kecamatan dirasakan kurang bermanfaat bagi petani. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor umur, pendidikan formal, kekosmopolitan petani, dan akses petani terhadap tenaga ahli serta penyuluh pertanian berkorelasi dengan manajemen kelembagaan petani. Oleh karena itu, kelompok tani perlu dibina secara rutin agar kemampuan dan dinamikanya meningkat sehingga dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Suatu kelompok tani yang memiliki kemampuan tinggi akan mampu berkembang dengan baik. Hariadi (2007) menyebutkan bahwa kelompok tani yang mampu berkembang merupakan basis ketahanan pangan, dibina dan dikembangkan menjadi gapoktan yang mampu mengembangkan bisnis, hal ini dimulai dari skala ekonomi kecil kemudian skala ekonominya diperbesar melalui gapoktan. Oleh karena itu, pemberdayaan petani perlu dilakukan untuk merubah pola pikir petani agar mau meningkatkan usahataniya dan untuk itu diperlukan penumbuhan dan pengembangan kelompok tani sehingga teknologi inovatif yang telah dihasilkan terus berjalan. Meskipun kelompok tani memiliki peranan penting dalam pengembangan usahatani, namun 40% kelompok tani masih berada pada tingkatan pemula. Faktor yang mempengaruhi kinerja kelompok diantaranya adalah jumlah anggota, struktur dan aset kelompok, status anggota kelompok dalam pemilikan lahan, kredibilitas pengurus, dan kelembagaan penunjang (Wahyuni, 2003).

Secara umum ada tiga hal yang menunjukkan kekuatan suatu kelompok, yaitu (1) kemampuan kelompok mencapai tujuan, (2) kemampuan

kelompok dalam mempertahankan kelompoknya agar tetap serasi, selaras dan seimbang, dan (3) kemampuan kelompok untuk berkembang dan berubah sehingga dapat terus meningkatkan kinerjanya. Kelompok yang berhasil akan mempunyai kualitas dan pola interaksi antar anggota terintegrasi dengan ketiga kegiatan ini (Hermanto *et al*, 2010).

Sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian No: 273/KPTS/OT.160/4/2007 tentang pembinaan kelembagaan petani bahwa kelompok tani perlu dibina agar mampu merencanakan, mengorganisasi, melaksanakan, melakukan pengendalian serta pelaporan dan mengembangkan kepemimpinan dalam melaksanakan tiga fungsi kelompok yaitu sebagai kelas belajar, wahana kerjasama dan unit produksi. Berdasarkan peraturan Kepala badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumberdaya Manusia Pertanian No:84:PER/SM.100/J/11/12 tentang pedoman peningkatan kemampuan kelompok tani, maka kelompok tani di lahan rawa lebak Kabupaten Hulu Sungai Utara menunjukkan tingkat kemampuan berada pada katagori kelas kelompok lanjut. Kemampuan kelompok tani dapat ditingkatkan melalui pembinaan berupa pemberdayaan kelompok pada aspek pengembangan kepemimpinan, perencanaan dan pelaksanaan dari semua kegiatan yang direncanakan (NoorGINAYUWATI *et al*, 2015). Disamping itu, agar kelompok tani menjadi kelompok yang mampu, dibutuhkan kekompakan antar anggota. Persyaratan kekompakan dalam kelompok adalah kepercayaan antar anggota dan anggota dengan pengurus. Karena kunci keberhasilan kelembagaan tidak terlepas dari adanya kepercayaan (*trust*), *interdependency* dan musyawarah yang dipimpin oleh seorang yang memiliki *leadership* dan orientasi bisnis yang kuat (Wahyuni, 2009).

Penguatan kelembagaan kelompok tani perlu dilakukan melalui beberapa upaya, antara lain: (1) mendorong dan membimbing petani agar mampu bekerjasama di bidang ekonomi secara berkelompok, (2) menumbuhkembangkan kelompok tani melalui peningkatan fasilitasi bantuan dan akses permodalan, peningkatan posisi tawar, peningkatan fasilitasi dan pembinaan kepada organisasi kelompok, dan peningkatan efisiensi dan efektivitas usahatani, dan (3) meningkatkan kapasitas sumber daya manusia/ petani melalui berbagai kegiatan pendampingan (Hermanto dan Swastika, 2011). Disamping itu perlu dilakukan pemberdayaan kelompok tani yang bertujuan membantu petani menjadi mandiri. Menurut Wahyuni (2003) untuk meningkatkan kinerja kelompok tani perlu dilakukan pemberdayaan yang diawali dengan pengenalan antara

petugas/peneliti dengan petani; serta sosialisasi program yang menjawab enam pertanyaan yaitu apa, mengapa, siapa, dimana, kapan dan bagaimana. Keberhasilan pemberdayaan dapat dicapai jika dilakukan mulai dari bawah, bersifat partisipatif dan melibatkan wanita tani.

Kemandirian dan keberdayaan petani dapat juga dilihat dari posisi tawar petani dalam pemasaran hasil pertanian. Menurut Nasrul (2012), upaya yang harus dilakukan petani untuk meningkatkan posisi tawar petani adalah: (a) konsolidasi petani dalam satu wadah untuk menyatukan gerak ekonomi dalam setiap rantai pertanian dari pra produksi sampai pemasaran. Konsolidasi tersebut pertama dilakukan dengan kolektifikasi semua proses rantai pemasaran, modal, produksi dan pemasaran. Kolektifikasi modal adalah upaya membangun modal secara kolektif dan swadaya, misalnya dengan gerakan simpan pinjam produktif yang mewajibkan anggotanya menyimpan tabungan dan meminjamnya sebagai modal produksi, bukan kebutuhan konsumtif. Hal ini dilakukan agar pemenuhan modal kerja pada awal masa tanam dapat dipenuhi sendiri, dan mengurangi ketergantungan kredit serta jeratan hutang tengkulak, (b) kolektifikasi produksi, yaitu perencanaan produksi secara kolektif untuk menentukan pola, jenis, kuantitas dan siklus produksi secara kolektif. Hal ini perlu dilakukan agar dapat dicapai efisiensi produksi dengan skala produksi yang besar dari banyak produsen. Efisiensi dapat dicapai karena dengan skala lebih besar dan terkoordinasi dapat dilakukan penghematan biaya dalam pemenuhan faktor produksi, dan kemudian dalam pengelolaan produksi misalnya dalam penanganan hama penyakit. Langkah ini juga dapat menghindari kompetisi yang tidak sehat di antara produsen yang justru akan merugikan, misalnya dalam irigasi dan jadwal tanam, dan (c) kolektifikasi dalam pemasaran produk pertanian. Hal ini dilakukan untuk mencapai efisiensi biaya pemasaran dengan skala kuantitas yang besar, dan menaikkan posisi tawar produsen dalam perdagangan produk pertanian. Kolektifikasi pemasaran dilakukan untuk mengikis jaring-jaring tengkulak yang dalam menekan posisi tawar petani dalam penentuan harga secara individual. Upaya kolektifikasi tersebut tidak berarti menghapus peran dan posisi pedagang distributor dalam rantai pemasaran, namun tujuan utamanya adalah merubah pola relasi yang merugikan petani produsen dan membuat pola distribusi lebih efisien dengan pemangkasan rantai tata niaga yang tidak menguntungkan.

Kelembagaan penyuluhan

Berdasarkan Undang-undang No 16 tahun 2006 tentang penyuluhan Pertanian, Perikanan dan Kehutanan yang selanjutnya disebut penyuluhan adalah proses pembelajaran bagi pelaku utama dan pelaku usaha agar mereka mau dan mampu menolong dan mengorganisasikan dirinya dalam mengakses informasi pasar, teknologi, permodalan dan sumberdaya lainnya, sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi usaha, pendapatan dan kesejahteraannya serta meningkatkan kesadaran dalam pelestarian fungsi lingkungan hidup.

Kelembagaan penyuluhan terdiri dari kelembagaan penyuluhan pemerintah, penyuluhan swasta dan penyuluhan swadaya. Kelembagaan penyuluhan pemerintah pada tingkat provinsi berbentuk Koordinasi Penyuluhan, tingkat Kabupaten berbentuk Badan Pelaksana Penyuluhan dan Tingkat Kecamatan adalah Balai Penyuluhan Kecamatan. Kemudian terbitnya Undang-undang No 23/Permentan/OT.010/8/2016 tentang Pedoman, Nomenklatur, Tugas dan Fungsi Dinas Urusan Pangan dan Dinas Urusan Pertanian Daerah Provinsi dan Kabupaten Kota, maka pada Tahun 2017, penyuluhan berada di bawah Dinas pertanian Hortikultura, Perkebunan dan Peternakan (Provinsi) sebagai kepala seksi penyuluhan, sedang di tingkat Kabupaten dibawah Dinas Pertanian sebagai bidang penyuluhan dan di tingkat kecamatan adalah Balai Penyuluhan Kecamatan (BPK).

Penyuluhan dilakukan oleh penyuluh PNS, penyuluh swasta, dan/ atau penyuluh swadaya. Penyuluh dalam melaksanakan tugas berpegang pada program penyuluhan. Program penyuluhan disusun dan dibuat oleh BPK, berikut tingkat kabupaten/kota dan tingkat provinsi, namun fakta menunjukkan bahwa program penyuluhan telah disusun oleh sebagian BPK dilanjutkan oleh kabupaten berikut provinsi belum terlaksana dengan baik. Berbagai masalah penyebab tidak terlaksananya program tersebut antara lain belum terintegrasinya program antar instansi, atau pada saat pembuatan program tidak dilakukan secara terkoordinasi dengan instansi lain, kurangnya sumberdaya (manusia, fasilitas, dana) baik di tingkat kabupaten maupun tingkat kecamatan, medan yang sulit dan luas. Idealnya seorang penyuluh pertanian memiliki wilayah kerja satu desa, namun harapan tersebut tidak terpenuhi. Kenyataannya satu PPL memiliki wilayah kerja 1-3 desa. Menurut PPL, program yang sudah tersusun tidak terlaksana dengan optimal antara lain karena perubahan iklim, ada tugas yang mendesak dari instansi lain dan sebagainya.

Pemberdayaan kelembagaan penyuluhan yang ada masih perlu ditingkatkan dengan kegiatan yang lebih berorientasi pada kebutuhan dan aspirasi petani disamping penyuluhan teknologi anjuran yang spesifik lokasi. Petugas PPL yang dulunya menyusun program penyuluhan bersifat *top-down* sekarang penentuan masalah berdasarkan *Participatory Rural Appraisal* (PRA). PRA dilaksanakan bersama petani, mantri tani, kontak tani sehingga dapat ditetapkan permasalahan yang sesuai dengan masalah petani, kemudian dibuat prioritas yang disesuaikan dengan dana, waktu dan lokasi. Disamping itu PPL juga perlu berorientasi bukan pada teknis di lapangan tetapi lebih diarahkan kepada perilaku petani yang lebih kondusif. PPL harus lebih mampu meyakinkan fungsi pengembangan komunitas dan jangan hanya terperangkap urusan komoditas. Para PPL harus belajar prinsip-prinsip organisasi masyarakat dan manajemen, sifat-sifat wirausaha, sehingga dapat dipergunakan untuk menumbuhkan sifat-sifat wirausaha petani dan petani termotivasi untuk bersifat lebih komersial.

Sebaliknya dalam melaksanakan pembinaan, motivasi PPL dalam bekerja perlu ditingkatkan. Menurut Safei *et al.* (2013), bahwa motivasi kerja PPL dipengaruhi oleh status, tanggungjawab dan lingkungan kerja. Oleh karena itu, kegiatan yang perlu dilakukan untuk meningkatkan peran penyuluh pertanian dalam mendukung pengembangan pertanian di lahan rawa antara lain: (1) menumbuhkan dan mengembangkan kelembagaan tani melalui pemberdayaan dan penguatan kelembagaan. Pemberdayaan petani melalui pengawalan dan pendampingan penyuluh di sentra produksi tanaman pangan, perkebunan, hortikultura dan program diversifikasi pangan, (2) meningkatkan motivasi melalui pemberian penghargaan bagi penyuluh, petani, kelembagaan petani dan kelembagaan ekonomi yang berprestasi, (3) perlunya peningkatan kompetensi bagi penyuluh PNS, maupun swadaya dalam bentuk pendidikan, pelatihan-pelatihan fungsional dan teknis, magang, studi banding untuk kesiapan dalam melakukan pendampingan terhadap kelompok tani di wilayah binaannya pada program Upsus peningkatan produksi padi, jagung dan kedelai. Materi-materi pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan petani setempat seperti kewirausahaan, agribisnis dan teknologi inovatif lainnya, (4) meningkatkan pengembangan data dan informasi penyuluhan pertanian secara tepat, cepat sehingga mempercepat aliran pelaporan dari lapangan dan transfer inovasi teknologi ke petani, dan (5) mensinergikan dan sinkronisasi program penyuluhan dari tingkat provinsi, kabupaten, kecamatan dan desa dalam mendukung pelaksanaan upsus pajale.

Kelembagaan perkumpulan petani pemakai air

Kunci sukses pelaksanaan usahatani di lahan rawa adalah pengelolaan air. Kondisi lahan rawa pasang surut yang memiliki tipe luapan berbeda, memerlukan sistem pengelolaan air yang berbeda. Sedangkan di lahan rawa lebak, pengelolaan air adalah mengeluarkan air dari sawah pada musim hujan dan memasukkan air pada musim kemarau.

Sistem tata air di lahan pasang surut terdiri dari sistem tata air makro dan mikro. Sistem tata air makro pemeliharannya oleh pemerintah, sedangkan tata air mikro menjadi tanggung jawab petani. Petani sering menganggap bahwa pemeliharaan jaringan tersier menjadi tanggung jawab pemerintah. Oleh sebab itu terlihat hampir semua jaringan tersier tak terpelihara dengan baik, sehingga tidak berfungsi yang berakibat pada menurunnya kualitas lahan dan produktivitas padi. Degradasi jaringan tata air mikro disebabkan: (a) tidak berfungsinya kelompok P₃A, (b) tidak memiliki dana, (c) tidak adanya rasa memiliki dan tidak membutuhkan jaringan tata air karena padi yang ditanam padi lokal lebih adaptif, dan (d) kekompakan yang menurun akibat beban iuran yang tidak merata (tidak sesuai dengan dengan luas lahan milik).

Umumnya pengelolaan air di lahan rawa lebak memanfaatkan sistem polder dan pompa. Sistem polder di Kabupaten Hulu Sungai Utara (sistem polder Alabio) adalah pengelolaan air secara makro dalam skala luasan 6.000 ha. Prinsip pengelolaan air dengan sistem ini adalah pada lahan dibuat tanggul keliling dan pompa-pompa air yang berfungsi mengeluarkan dan memasukan air untuk dapat mempertahankan muka air tanah sesuai dengan keperluan tanaman.

Menurut Peraturan Menteri PU No. 5 tahun 2010, pengelolaan air diselenggarakan pada dua tingkatan, yaitu: 1) pengelolaan air di petak tersier tata air mikro yaitu pengelolaan air di lahan usaha tani yang menentukan secara langsung kondisi lingkungan bagi pertumbuhan tanaman dan 2) pengelolaan air di jaringan utama (primer dan sekunder), atau tata air makro, yaitu pengelolaan air di tingkat sistem makro yang berfungsi menciptakan kondisi yang memenuhi kesesuaian bagi terlaksananya pengelolaan air dipetak tersier (tata air mikro). Metode pengelolaan tata air di lahan rawa pasang surut diantaranya: 1) drainase untuk mengeluarkan air yang sudah tidak dipergunakan lagi pada jaringan reklamasi, 2) suplesi yaitu memasukkan air ke dalam jaringan reklamasi, 3) pencucian air yaitu

upaya perbaikan kualitas lahan dari racun seperti kemasaman, salinitas, dan pirit, dan 4) penggelontoran yaitu mendorong air keluar dari jaringan reklamasi rawa yang membahayakan budidaya tanaman.

Terpeliharanya jaringan irigasi sangat ditentukan dengan kualitas kelembagaan yang menanganinya. Sesuai dengan kebijakan pemerintah dalam pengelolaan air irigasi adalah Inpres No 3 Tahun 1999 tentang Pembaharuan Kebijakan Pengelolaan Irigasi, memuat lima isi pokok adalah : (a) redefinisi tugas, kewenangan dan tanggung jawab kelembagaan pengelolaan irigasi, (b) pemberdayaan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P_3A), (c) penyerahan Pengelolaan Irigasi (PPI) kepada P_3A , (d) pembayaran OP Jaringan irigasi melalui IPAIR, dan (e) keberlanjutan sistem irigasi. Bila dicermati tentang pemberdayaan P_3A dan penyerahan pengelolaan irigasi kepada P_3A /GP3A/IGP3A memiliki tujuan untuk mendorong agar petani mempunyai kekuatan dan kemampuan untuk mengelola dan memelihara jaringan irigasi secara mandiri. Untuk mandiri harus diikuti dengan kebijakan bidang lain seperti pemasaran hasil, kemudahan sarana produksi dan penggunaan alat mesin pertanian.

Selanjutnya dalam rangka pembinaan kepada petani pemakai air maka pemerintah mengeluarkan INPRES No. 2 tahun 1984 yang pada dasarnya memberikan arah kepada seluruh instansi terkait untuk membimbing organisasi petani yang ada untuk pengembangan usaha pertanian. Selanjutnya kebijakan tersebut dijabarkan dalam bentuk organisasi petani yang menangani pengelolaan air irigasi disebut Perkumpulan Petani Pemakai Air (P_3A). P_3A adalah kelembagaan yang ditumbuhkan oleh petani yang mendapat manfaat secara langsung dari pengelolaan air pada jaringan irigasi, air permukaan, embung/dam parit dan air tanah (Permentan No 79/Permentan/OT.140/12/2012).

Pembentukan kelompok P_3A pada awalnya hanya bersifat keproyekan sehingga keberlanjutan tidak ada, bahkan hanya papan nama. Pembentukan hendaknya memperhatikan kelembagaan lokal yang ada kemudian diperbaiki sehingga kelompok dapat berlanjut karena sebelumnya sudah memiliki ikatan dan kepercayaan sesama anggota. Menurut Saptana *et al.* (2001) bahwa dalam pembentukan organisasi Persatuan Petani Pemakai Air (P_3A) oleh pemerintah dalam hal ini dinas Pekerjaan Umum dan Perum otoritas cenderung mengejar target dan pembentukannya melalui pendekatan proyek dan tidak melalui proses sosial yang matang, sehingga program selesai namun keberadaan kelembagaan pengelolaan air irigasi tidak berlanjut. Kelembagaan P_3A berfungsi untuk: (1) sebagai wadah bertemunya petani

untuk saling bertukar pikiran, tukar pendapat serta membuat keputusan guna memecahkan permasalahan yang dihadapi petani; (2) memberikan pelayanan kepada para petani untuk pembagian dan pemberian irigasi secara adil dan merata; (3) melakukan operasi dan pemeliharaan, pengembangan jaringan irigasi dan tersier; dan (4) mengatur luaran para anggota berupa uang, hasil panen dan pemeliharaan jaringan tersier serta usaha pengembangan organisasi (Permen PU No. 33 tahun 2007). Dalam peraturan perundangan sekarang kelembagaan $P_3A/GP_3A/IP_3A$ disamping bertanggung jawab dalam pengelolaan irigasi di jaringan tersier, juga diberi peran untuk berpartisipasi aktif mulai dari perencanaan, pelaksanaan, monitoring, dan evaluasi dalam pengembangan dan pengelolaan system irigasi baik di saluran primer maupun di saluran sekunder.

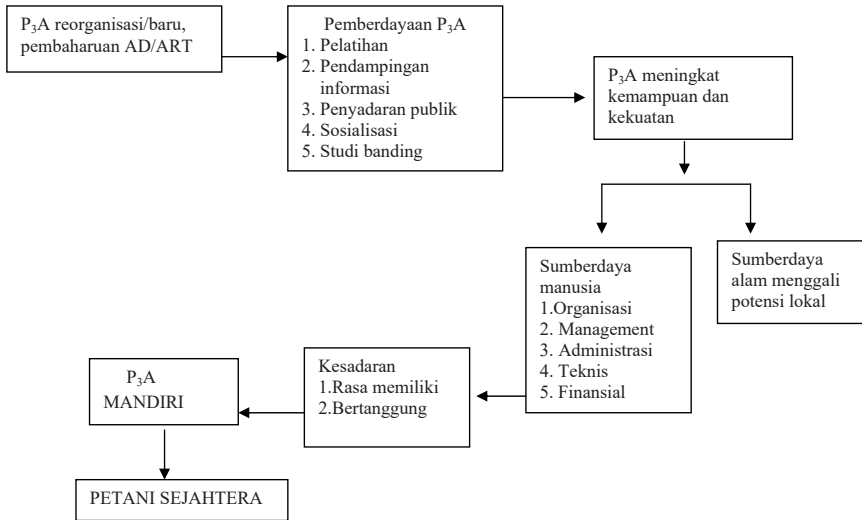
Keberadaan kelompok P_3A di lahan rawa lebak pada umumnya belum berfungsi maksimal, disebabkan kurangnya pembinaan oleh instansi terkait dan masih rendahnya kesadaran dan tanggung jawab petani terhadap pemeliharaan fasilitas jaringan irigasi (Syahyuti, 2004). Hal yang senada dikemukakan Prabowo (2015) bahwa kualitas bangunan irigasi menurun dan ketersediaan sumber air semakin berkurang, kemudian kapasitas sumber daya manusia dan hubungan kelembagaan dengan stakeholder tergolong masih rendah. Menurut Hutasuhut (2011), bahwa air irigasi tidak akan memberikan manfaat yang optimal bagi petani apabila tidak dikelola dengan baik dan benar, yang akan berdampak pada pembangunan pengairan. Demikian pula tingkat aktivitas kelembagaan petani atau dukungan kelembagaan petani terhadap fungsi infrastruktur irigasi baru sebesar 87,59% (Aini dan Nadida, 2014).

Sejak terbitnya Permentan No. 79/Permentan/07.140/12/2012 tentang pembinaan dan pemberdayaan P_3A dengan ruang lingkup: (a) pembentukan P_3A , (b) pembinaan P_3A , dan (c) pemberdayaan P_3A , maka diperlukan langkah-langkah dan kegiatan dari Kabupaten/Kota untuk meningkatkan kapasitas dan kemandirian P_3A dalam upaya peningkatan produksi pertanian. Menurut Pratiwi *et al.* (2012) bahwa kelembagaan yang mandiri harus memiliki indikator: 1) pengetahuan (*knowledge*), 2) kemampuan (*capacity*), dan 3) kepercayaan (*trust*) dan adanya partisipasi. Untuk mencapai kelompok P_3A yang mandiri diperlukan pemberdayaan dan perkuatan P_3A . Menurut Bisowarno (2006), pemberdayaan dan perkuatan P_3A di daerah reklamasi rawa pasang surut dapat dilaksanakan beberapa tahap seperti pada Gambar 1. Dengan kelembagaan P_3A yang mandiri

diharapkan petani sudah mampu meningkatkan kemampuan kelompoknya dalam rangka melaksanakan pemanfaatan air yang tepat sehingga dapat meningkatkan intensitas tanam dan produktivitas padi di lahan rawa pasang surut.

Keefektifan kelompok Perkumpulan Petani Pemakai Air (P_3A) berhubungan dengan tercapainya tujuan kelompok yang disertai dengan kepuasan anggota sebagai anggota P_3A . Kelompok P_3A yang aktif dan kompak menghasilkan dinamika kelompok P_3A yang tinggi. Hasil penelitian Rina (2012) menyebutkan bahwa produktivitas lahan dan efektifitas kelompok P_3A di lahan rawa pasang surut dapat ditingkatkan dengan cara membuat kelompok P_3A dinamis karena terdapat hubungan yang nyata antara unsur-unsur dinamika kelompok P_3A dengan produktivitas lahan dan efektifitas kelompok. Demikian pula di lahan rawa lebak, dinamika kelompok P_3A dapat lebih dinamis dengan meningkatkan keterampilan memimpin atau perilaku kepemimpinan kelompok, sedangkan efektifitas kelompok dapat ditingkatkan dengan cara mendinamiskan kelompok P_3A (Rina, 2015^a).

Pengelolaan jaringan irigasi pada petak sawah oleh petani pada umumnya masih rendah karena rendahnya dukungan kelembagaan petani. Upaya perkuatan dan revitalisasi P_3A menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan kapasitas dan kemandirian petani dalam pengelolaan irigasi di lahan lebak.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Pemberdayaan dan Penguatan Kelembagaan P₃A di lahan rawa pasang surut (Sumber: Bisowarno 2006)

Perkuatan manajemen pada kelompok P₃A di lahan rawa pasang surut menunjukkan bahwa kelompok P₃A Sri Rezeki menghasilkan kemandirian kelompok katagori sedang, faktor kepemimpinan kelompok katagori kuat, dinamika kelompok katagori tinggi, efektivitas kelompok katagori tinggi dan analisis usaha tani yang memberikan keuntungan bagi petani (Rina dan Penggabean, 2014). Perkuatan manajemen dalam pengelolaan irigasi tersier oleh kelompok P₃A Usaha Bersama dan Sumber Ternak di lahan rawa lebak yang telah dibina memberikan peningkatan pada aspek-aspek: kemandirian kelompok (katagori tinggi), kepemimpinan ketua kelompok (katagori kuat), dinamika kelompok (katagori tinggi), efektivitas kelompok (katagori tinggi). Berbeda halnya pada P₃A Pancar Tujuh, Kayuh Bersama yang tidak dilakukan perkuatan manajemen (Rina *et al.*, 2014). Oleh karena itu, perkuatan kemandirian kelompok P₃A membutuhkan kerjasama antara peneliti, penyuluh, juru air, aparat desa dan fasilitasi dari Dinas Pekerjaan Umum, dan Dinas Pertanian setempat. Dibutuhkan konsistensi dalam penerapan fungsi-fungsi manajemen, pemberdayaan, dan penguatan kelembagaan pengelolaan air harus didukung ketersediaan sarana dan prasarana irigasi dan sarana produksi yang memadai dan mudah dijangkau petani. Upaya meningkatkan kapasitas dan kemandirian P3A untuk

peningkatan produksi pertanian, perlu dilakukan upaya pembinaan melalui pemberdayaan sebagaimana tercantum dalam Peraturan Menteri Pertanian No.79/Permentan/07.140/12/2012. Langkah-langkah pemberdayaan P₃A antara lain: a) pembentukan /pemantapan organisasi, b) pemahaman tugas dan fungsi organisasi dan kepengurusan, c) inventarisasi permasalahan dan pemecahannya, dan d) pengembangan dan peningkatan dan e) Pembinaan dan bimbingan.

Keterlibatan P₃A dalam pengelolaan dan pengembangan jaringan irigasi sesuai tanggung jawabnya sangat membantu pemerintah dalam berbagai hal, terutama dalam hal kemandirian dan peningkatan pengetahuan petani dalam mengelola jaringan irigasi yang menjadi tanggung jawabnya. Harapannya adalah bila petani sudah memahami dan merasa memiliki jaringan irigasi yang menjadi kebutuhan bagi pemenuhan air di daerah irigasi pada wilayah kerjanya, maka petani akan terus menjaga infrastruktur tersebut dengan kesadarannya dan tidak lagi bergantung pada pemerintah.

Kelembagaan permodalan

Modal usahatani umumnya diperoleh dengan cara menyisihkan sebagian pendapatan dari hasil panen. Modal yang digunakan merupakan tabungan atau sisa pendapatan setelah dikurangi pengeluaran keluarga berupa pangan dan non pangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya modal petani di lahan rawa pasang surut sebesar Rp1.025.920/ KK/TH dan di lahan rawa lebak Rp 932.769,5/ KK/TH (Rina *et al.*, 2014; Noorginayuwati dan Anwar, 2015; Rina, 2015^b). Hal ini menunjukkan bahwa petani lahan rawa memiliki modal yang rendah, karena belum dapat membiayai kebutuhan sarana produksi (benih, pupuk dan obat-obatan) usahatani padi lokal di lahan rawa pasang surut Rp1.284.473,0/ ha, sedang di lahan rawa lebak untuk padi unggul Rp1.661.045,-/ha (Rina dan Rafieq, 2016).

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan pada petani lahan lebak di Provinsi Sumatera Selatan, peran dan fungsi kelembagaan permodalan belum berjalan dengan baik. Menurut Yunita *et al.* (2014) menyebutkan bahwa permodalan petani masih sangat lemah, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa sudah begitu banyak bantuan permodalan bagi petani mulai dari bantuan yang berasal dari sumber APBN/APBD atau bantuan semi komersial hasil dari kerjasama dengan pihak asing

yang bertujuan untuk penguatan modal petani seperti Kredit Usahatani Tani (KUT), Kredit Ketahanan Pangan (KKP), program Penguatan Modal Usaha Kelompok (PMUK). Namun semua layanan modal tersebut tidak sepenuhnya dapat dinikmati oleh petani, karena persyaratan yang terlalu rumit seperti jaminan, birokrasi yang terlalu panjang sehingga proses pencairan menjadi lama. Oleh karena itu, petani lebih memilih meminjam uang kepada rentener yang prosesnya mudah, cepat, tanpa jaminan meskipun bunganya tinggi.

Kondisi seperti dijelaskan sebelumnya menunjukkan bahwa perlunya penguatan kelembagaan petani untuk memupuk modal baik sebagai tabungan kelompok maupun simpanan melalui lumbung pangan. Hal ini tidak akan berjalan tanpa fasilitasi pemerintah pusat/daerah dan akses petani terhadap peneliti maupun penyuluh pertanian. Adanya perhatian pemerintah dalam hal pengembangan kelembagaan permodalan antara lain regulasi dan peraturan perundang-undangan tentang Usaha Mikro Kecil dan Menengah telah diatur dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2008. Kegiatan usaha ekonomi produktif terutama usaha mikro, usaha kecil dan menengah telah diberi tempat yang sesuai. Berdasarkan undang-undang tersebut kerangka pemberdayaan masyarakat melalui usaha mikro, kecil dan menengah dapat dilakukan dengan penguatan permodalan, kelembagaan dan sumber daya manusia, pemasaran, produksi dan pengolahan maupun desain dan teknologi.

Pemberian pinjaman kredit secara nasional dalam kelompok usaha mikro, kecil dan menengah masih belum sesuai. Kelompok usaha ini hanya memperoleh akses kurang dari 25% kucuran pemberian pinjaman yang diberikan dalam sistem perkreditan nasional. Jika dilihat dari segi bidang usaha pertanian proporsi akses terhadap perkreditan nasional tersebut akan semakin kecil dan tidak lebih dari 10%. Selanjutnya UU No 1 tahun 2013 tentang lembaga keuangan mikro seperti lembaga keuangan yang khusus didirikan untuk memberikan jasa pengembangan usaha dan pemberdayaan masyarakat. Kegiatan tersebut berupa pinjaman, pengelolaan simpanan maupun pemberian jasa konsultasi pengembangan usaha yang tidak semata-mata mencari keuntungan. Kehadiran perbaikan bentuk skim kredit atau program pemberdayaan dan strategi penanggulangan kemiskinan nasional dilakukan dalam bentuk pemberian bantuan permodalan (dana bergulir) atau dalam bentuk program kemitraan dan bina lingkungan (PKBL) BUMN merupakan program jangka pendek dan program ini sering berorientasi politik.

Pengembangan lembaga kredit mikro (LKM) dalam permodalan pertanian diarahkan untuk meningkatkan akses kelompok marginal terhadap dana pinjaman. Oleh sebab itu, skema kredit dalam layanan lembaga kredit mikro harus berbasis komunitas yang diarahkan untuk mengurangi disparitas akses perkreditan nasional.

Penggunaan skema keuangan mikro berbasis komunitas perlu dikembangkan karena: dapat mengembangkan kerangka kebijakan untuk memberdayakan masyarakat, mendorong upaya kemandirian, dan meningkatkan jaringan komunitas. Selanjutnya manfaat dari pengembangan skema pembiayaan tersebut adalah: 1) menyediakan pelayanan permodalan yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat, 2) menawarkan kredit kepada kelompok masyarakat miskin, 3) disesuaikan dengan kesepakatan yang dibuat bersama, 4) menggunakan proses pemberdayaan untuk meningkatkan harga diri, 5) mengembangkan inisiatif sendiri dan keberlanjutan untuk maju dan berkembang.

Pengembangan Usaha Agribisnis Pedesaan (PUAP) dengan fasilitas penguatan modal 100 juta per Gapoktan dan selanjutnya dikelola oleh lembaga keuangan Mikro Agribisnis (LKM-A). Oleh karena itu, peran Gapoktan cukup besar dalam mengorganisir dan memotivasi petani anggota untuk mengembangkan usaha produktif agar terjadi pengembangan komoditas sehampanan dan diharapkan mampu menerapkan teknologi inovasi yang sama. Dalam pelaksanaannya dibutuhkan PPL untuk menyampaikan teknologi spesifik lokasi. Jadi pemberdayaan gapoktan dan LKM-A dengan tujuan mengatasi masalah permodalan petani agar lebih diperluas jangkauannya sehingga banyak petani yang terlibat. Bagi petani yang belum mendapat jatah dana PUAP sebaiknya disediakan modal pinjaman dengan persyaratan yang mudah, praktis dan bunga rendah.

Kelembagaan pemasaran

Tahap akhir dari proses pertanian adalah pemasaran, dimana tahap ini menentukan seberapa besar produk pertanian akan memberikan keuntungan kepada petani. Pemasaran yang berjalan lancar serta tidak banyak mata rantai pemasarannya, akan memberikan keuntungan yang lebih besar bagi petani.

Lembaga pemasaran merupakan badan usaha atau individu yang menyelenggarakan pemasaran, menyalurkan jasa dan komoditi dari

produsen ke konsumen akhir, serta mempunyai hubungan dengan badan usaha atau individu lainnya. Lembaga pemasaran ini muncul karena adanya keinginan konsumen untuk memperoleh komoditi yang sesuai waktu, tempat dan bentuk.

Berdasarkan penguasaan komoditas yang diperjualbelikan, lembaga pemasaran dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu (a) lembaga yang tidak memiliki komoditas tetapi menguasai seperti agen perantara, makelar, (b) lembaga yang menguasai dan memiliki komoditas seperti tengkulak, pedagang pengumpul, pedagang besar, agen penjual dan pengecer, dan (c) lembaga pemasaran yang tidak memiliki dan menguasai komoditas seperti perusahaan-perusahaan yang menyediakan fasilitas transportasi, asuransi pemasaran dan sebagainya.

Kelembagaan pemasaran komoditas pertanian di lahan rawa, lebih didominasi oleh lembaga yang menguasai komoditas seperti tengkulak, pedagang pengumpul, pengecer. Komoditas padi umumnya dibeli oleh pedagang pengumpul yang umumnya berstatus sebagai pemilik penggilingan padi (RMU). Gabah petani dibeli pedagang kemudian digiling menjadi beras selanjutnya beras dijual kepada konsumen. Peranan kelompok tani maupun KUD sebagai pelaku pemasaran belum berfungsi optimal.

Untuk meningkatkan kesejahteraan petani, pemerintah mendirikan gudang atau dikenal dengan sistem resi gudang (SRG). Resi gudang adalah dokumen tanda bukti kepemilikan atas barang yang disimpan di gudang yang diterbitkan oleh pengelola gudang. Resi gudang dapat dijadikan jaminan untuk meminjam modal di bank dan dapat juga diuangkan setiap saat. Sistem resi gudang yang terletak di Kabupaten Barito Kuala belum terisi penuh. Menurut Barkatullah *et al.* (2013) bahwa sistem resi gudang di Kabupaten Barito Kuala, petani belum bisa menjadikan resi gudang sebagai jaminan kredit karena hal ini masih terkendala pada peraturan internal perbankan itu sendiri karena jaminan resi gudang belum memenuhi kriteria yang disyaratkan oleh lembaga perbankan. Pelaksanaan SRG di Kabupaten Barito Kuala masih mengalami kendala antara lain: kurangnya sosialisasi kepada petani, belum tepat sasaran, tingginya bunga pada tahun kedua bagi petani yang memanfaatkan SRG, besarnya biaya operasional pengangkutan ke gudang SRG.

Pengembangan kelembagaan pemasaran di lahan lebak Kalimantan Selatan didukung dengan dibentuknya Sub Terminal Agribisnis Murakata di Barabai (Kabupaten Hulu Sungai Tengah). Kelembagaan ini dibentuk untuk meningkatkan pendapatan petani produsen karena dengan keberadaan kelembagaan ini rantai tataniaga menjadi lebih pendek, dapat membuka lapangan kerja bidang jasa, menumbuh kembangkan perekonomian disekitar terminal agribisnis serta dapat sebagai sumber informasi pasar. Komoditas yang diperdagangkan sangat beragam (padi, palawija, sayuran dan buah-buahan) dan tidak hanya berasal dari dalam kabupaten tetapi juga dari luar kabupaten untuk kemudian disalurkan keluar provinsi oleh pedagang antar daerah.

Pemasaran komoditas di lahan rawa umumnya belum efisien. Pemasaran dikatakan efisien, bila pemasaran tersebut dapat memberikan semua pihak (petani produsen, pedagang perantara dan konsumen) kepuasan balas jasa yang seimbang (Mubyarto, 1982). Dari pernyataan tersebut, rasio antara keuntungan dan biaya yang seimbang disemua pelaku pasar dapat dijadikan ukuran keseimbangan kepuasan balas jasa dan pemasaran yang efisien. Demikian juga jika bagian harga yang diterima petani lebih rendah dari 50% maka dapat dikatakan bahwa informasi harga belum terselenggara dengan baik, dengan demikian menunjukkan sistem pemasaran belum efisien (Listianingsih *et al.* 2006).

Hasil penelitian Listianingsih(2004), terdapat tujuh saluran pemasaran jeruk Siam Kalimantan Selatan, dua saluran pemasaran diantaranya dapat dikatakan saluran pemasaran yang efisien (Tabel 1). Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai *farmer's share* tertinggi yaitu 55,83% pada saluran pemasaran petani → pengecer dan saluran lainnya memiliki nilai dibawah 50%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa saluran pemasaran petani → pengecer adalah saluran dengan sistem pemasaran yang efisien. Sedangkan rasio antara keuntungan dan biaya yang mendekati keseimbangan terdapat pada saluran 2 tujuan pemasaran ke Kalimantan Tengah, artinya lembaga pemasaran yang terlibat petani, pedagang pengumpul, pedagang grosir dan pengecer mendapat kepuasan balas jasa yang seimbang, sehingga dapat dikatakan pemasaran jeruk pada saluran 2 tujuan Kalimantan Tengah adalah efisien.

Tabel 1. Hasil analisis *farmer's share*, biaya dan keuntungan jeruk siam di lahan rawa

No.	Lembaga Pemasaran	Farmer's share (%)	Biaya (Rp/biji)	Keuntungan (Rp/biji)	Keuntungan/biaya (%)
Saluran 1					
1.	Petani	41,67	41,30	208,70	5,05
2.	Pedagang Grosir Luar daerah		44,57	155,43	3,49
3.	Pengecer		32,03	117,97	3,68
Saluran 2 (tujuan Kalimantan Tengah)					
1.	Petani	44,68	87,82	180,27	2,05
2.	Pedagang Pengumpul		16,73	47,19	2,82
3.	Pedagang Grosir Luar Daerah		33,90	94,10	2,78
4.	Pengecer		39,82	100,18	2,52
Saluran 2 (tujuan Jawa Timur)					
1.	Petani	36,89	47,33	137,14	2,90
2.	Pedagang Pengumpul		63,39	34,33	0,54
3.	Pedagang Grosir Luar Daerah		17,18	50,63	2,95
4.	Pengecer		43,75	106,25	2,43
Saluran 3 (tujuan Kalimantan Timur)					
1.	Petani	39,52	79,98	232,81	2,91
2.	Pedagang Pengumpul		19,67	35,89	1,82
3.	Pedagang Grosir Daerah/Lokal		41,85	69,81	1,67
4.	Pedagang Grosir Luar Daerah		37,24	102,76	2,76
5.	Pengecer		40,24	131,16	3,26
Saluran 3 (tujuan Jawa Timur)					
1.	Petani	32,73	35,89	144,11	4,02
2.	Pedagang Pengumpul		5,16	39,84	7,72
3.	Pedagang Grosir Daerah/Lokal		74,82	32,00	0,43
4.	Pedagang Grosir Luar Daerah		19,56	48,62	2,49
5.	Pengecer		23,77	126,23	5,31
Saluran 4					
1.	Petani	39,31	86,19	195,25	2,27
2.	Pedagang Pengumpul		17,07	53,50	3,13
3.	Pengecer		45,14	318,75	7,06
Saluran 5					
1.	Petani	55,83	84,76	250,25	2,95
2.	Pengecer		146,67	118,33	0,81

Sumber: Listianingsih (2004)

Untuk mendapatkan efisiensi pemasaran dan harga jual yang layak, perlu dilakukan antara lain: (a) perbaikan sarana dan prasarana seperti jalan, sarana sortasi, *grading*, *packing*, *labeling* dan *cold storage*, (b) pemerintah memfasilitasi permodalan kepada petani dengan anggungan yang ringan, akan berdampak pada ringannya biaya produksi. Petani tidak perlu menjual gabah pada saat panen jika petani memiliki kemampuan dalam permodalan. Hal yang sering terjadi, petani mendapat pinjaman dari tengkulak sehingga tengkulak atau pedagang besarlah yang menerima keuntungan besar dari produk pertanian, (c) memanfaatkan resi gudang yang tersedia jika belum ada, pemerintah memfasilitasi pendirian resi gudang dan pasar terminal dalam pemasaran produk. Manfaat pasar terminal seperti di Kabupaten Hulu Sungai Tengah dapat membantu petani untuk memperpendek mata rantai pemasaran sehingga bagian yang diterima petani lebih besar, dan (d) meningkatkan peran lembaga petani dalam meningkatkan posisi tawar petani melalui kerjasama dengan perusahaan atau pihak swasta.

Kelembagaan jasa alsintan (UPJA)

Alat dan mesin pertanian (alsintan) mempunyai peranan yang sangat penting dan strategis dalam rangka mendukung pemenuhan produksi pertanian yang terus meningkat sejalan dengan penambahan jumlah penduduk, menurunnya daya dukung lahan, rendahnya intensitas pertanaman, dan kepemilikan alsintan secara individu yang kurang menguntungkan. Hal ini mutlak diperlukan, dikarenakan alsintan dapat mempercepat dan meningkatkan mutu pengolahan tanah, penyediaan air, meningkatkan intensitas pertanaman (IP), mengurangi kehilangan hasil, meningkatkan nilai tambah melalui pengolahan produk komoditas pertanian dan melestarikan fungsi lingkungan.

Peran alat mesin pertanian di lahan rawa belum dapat berjalan secara optimal, baik ditinjau dari aspek teknis maupun sosial ekonomi dan budaya. Permasalahannya terletak pada kemampuan membeli atau menyewa dan mengelola serta memelihara alat. Dalam rangka mempercepat adopsi alat dan mesin pertanian (alsintan) oleh petani, pemerintah telah mengembangkan Usaha Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA). UPJA merupakan suatu unit usaha, atau organisasi atau lembaga ekonomi yang bergerak di bidang pelayanan jasa (sewa) alat/mesin pertanian. Pengembangan UPJA merupakan rangkaian upaya untuk memfasilitasi, melayani dan mendorong berkembangnya usaha agribisnis dan agroindustri berbasis usahatani

tanaman pangan, khususnya padi sawah. Secara ekonomi, program UPJA ini diharapkan dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat tani di pedesaan secara signifikan. Bersamaan dengan hal ini, Kementerian Pertanian juga mendorong kepemilikan alsintan secara berkelompok yang ditangani dalam bentuk UPJA dengan harapan mereka secara bertahap akan mampu menambah jumlah alsintan sendiri.

UPJA merupakan suatu lembaga ekonomi di pedesaan yang bergerak di bidang pelayanan jasa dalam rangka optimalisasi penggunaan alsintan untuk mendapatkan keuntungan usaha. UPJA melayani jasa alsintan mulai dari alsintan pra panen seperti traktor dan pompa air, alsintan panen seperti alat panen *reaper/combine harvester* kemudian alsintan pasca panen seperti power thresher dan penggilingan padi/*Rice Milling Unit*. Usaha ini dalam kelembagaan UPJA dikelola oleh seorang manajer yang membawahi para operator. Jika diperlukan, manajer dapat mengangkat petugas administrasi, keuangan dan teknisi. UPJA yang masih pemula biasanya hanya ada manajer dan operator, sedangkan UPJA yang sudah berkembang biasanya dilengkapi dengan petugas administrasi, keuangan dan teknisi.

Pada mulanya UPJA berkembang di pulau Jawa kemudian berkembang ke seluruh wilayah Indonesia dan UPJA dapat dibentuk di suatu wilayah dengan pertimbangan bisa memberikan keuntungan usaha atau tidak. Oleh karena itu, harus diperhatikan potensi lahan garapan dan rasio kebutuhan alsintan. Selain itu juga harus diperhatikan apakah tipologi lahan di wilayah tersebut sesuai atau tidak untuk operasional alsintan. Misalnya, pada lahan dengan topografi berlereng-lereng, petak kecil-kecil (bukan hamparan), operasional traktor R-2 sulit dilakukan, sehingga tidak layak UPJA dibentuk di wilayah tersebut.

Jika alsintan sangat dibutuhkan di suatu wilayah, maka di wilayah tersebut UPJA dapat dibentuk sebagai solusi untuk memenuhi kebutuhan alsintan dalam rangka efisiensi usaha tani. Selain itu juga dengan dibentuknya UPJA dapat memberikan lapangan kerja baru di pedesaan. UPJA merupakan bagian dari rekayasa (*social engineering*) di tingkat lapangan dalam bidang peningkatan pendayagunaan alsintan agar dapat dimanfaatkan secara efisien melalui pola usahatani (bisnis) untuk membantu usahatani tanaman pangan. Karena keterbatasan modal petani, hingga saat ini pemanfaatan alsintan secara individu masih sangat kurang. Adanya UPJA, diharapkan pemanfaatan alsintan tidak hanya untuk mengolah lahan sendiri, tetapi juga dimanfaatkan untuk melayani

pekerjaan pertanian di lahan milik petani lain. Pengembangan UPJA dapat mengakibatkan berkembangnya subsistem terkait seperti: perbengkelan, pemberi jasa layanan, penerima jasa layanan dan permodalan.

Kelembagaan alsintan yang telah ada agar terus dikembangkan menjadi UPJA yang profesional serta mampu memberikan andil dalam mengembangkan lembaga ekonomi di perdesaan sebagai upaya untuk meningkatkan pendapatan serta kesejahteraan petani. Sebagai lembaga ekonomi perdesaan, UPJA selayaknya memanfaatkan dan mengelola alat dan mesin tersebut secara optimal untuk mendapatkan keuntungan usaha berdasarkan skala ekonomi yang berorientasi pasar. Mengelola UPJA harus didukung oleh sumberdaya manusia yang profesional, serta dapat memberikan umpan balik positif secara kolektif bagi kegiatan ekonomi pertanian di perdesaan. Oleh sebab itu, jika di masa depan UPJA perlu dibina oleh manajer UPJA secara profesional dan mandiri. Prinsip profesionalisme adalah : 1) secara teknis berorientasi bisnis yang sehat; 2) secara ekonomis menguntungkan; dan 3) sifatnya berkelanjutan dan 4) berdasarkan prinsip kemitraan usaha yang secara simetris saling membutuhkan, saling memperkuat dan saling menguntungkan.

Di berbagai daerah termasuk wilayah pasang surut, lebih dari satu dekade UPJA didirikan dan berkembang, namun dalam tubuh UPJA itu sendiri muncul berbagai masalah dan karena keterbatasan dana untuk operasional alsintan maka UPJA terbengkalai. Keberadaan UPJA pada awalnya merupakan kebijakan Kementerian Pertanian yang merupakan investasi pemerintah, dan sebaiknya UPJA tetap berkembang sesuai dengan harapan dalam peningkatan pendayagunaan alsintan agar dapat dimanfaatkan secara optimal melalui pola usaha (bisnis) dalam rangka membantu usahatani untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani.

Berdasarkan pada beberapa hal yang telah disebutkan sebelumnya, dalam perkembangannya UPJA dapat menunjang sistem usahatani padi sawah yang berdaya saing dan profesional serta mampu memberikan andil dalam mengembangkan lembaga ekonomi di perdesaan. Pengembangan UPJA di daerah pasang surut dan lebak umumnya kurang sosialisasi, administrasi pelayanan, disiplin pengurus dan ketersediaan alsintan yang terbatas. Melalui UPJA kemampuan petani dalam mengoptimalkan fungsi dan peran alsintan pada sistem produksi pertanian dapat ditingkatkan. Mengelola UPJA diperlukan pendekatan sistem manajemen aset yang tepat,

mulai dari perencanaan (pengadaan dan pemilihan), penggunaan sampai pada monitoring dan evaluasi pemanfaatan aset tersebut.

Mengacu pada Peraturan Menteri Pertanian No. 25/Permentan/PL.130/5/2008 bahwa legal konsep UPJA adalah lembaga ekonomi perdesaan yang bergerak di bidang pelayanan jasa dalam rangka optimalisasi penggunaan alat dan mesin pertanian untuk mendapatkan keuntungan usaha baik di dalam maupun di luar kelompok tani/gapoktan. Ada empat hal yang mendasari kebijakan, strategi dan operasionalisasi pengembangan UPJA, yaitu:

- a. Alsintan mempunyai peranan penting dan strategis dalam mencapai tujuan dari sistem pembangunan pertanian mulai pada proses budidaya, panen, pasca panen sampai pengolahan hasil pertanian.
- b. Keterkaitan yang signifikan antara target pencapaian pembangunan pertanian dengan Pengembangan Usaha Pelayanan Jasa Alat dan Mesin Pertanian (UPJA).
- c. Perlunya tata kelola yang baik (*good governance*) dan pengelolaan (*management*) penumbuhan dan pengembangan UPJA.
- d. Asas desentralisasi dan otonomi penumbuhan dan pengembangan UPJA yang disesuaikan dengan karakteristik kondisi wilayah. Lebih lanjut, hal ini akan mempengaruhi model pengembangan UPJA.

Pola pengembangan UPJA

Alat dan mesin pertanian (alsintan) telah lama dikenal oleh masyarakat pedesaan untuk usahatani padi sawah seperti *hand tractor*, *power thresher*, *water pump*, *rice harvester* serta penggilingan padi (*Rice Milling Unit/RMU*). Pada awalnya merupakan pertanian tradisional dan setelah tiga dekade masuknya alat dan mesin pertanian, sekarang menjadi pertanian modern. Salah satu ciri pertanian modern dan terjadinya transformasi pertanian di pedesaan adalah meluasnya penggunaan alsintan di pedesaan (Pranaji, 2003). Penggunaan alat dan mesin pada usahatani padi sawah di pedesaan bukan saja untuk peningkatan efisiensi usaha tani seperti biaya dan waktu, melainkan juga karena kelangkaan tenaga kerja, penyesuaian dengan iklim mikro serta keselamatan kerja sekaligus juga merupakan gengsi sosial.

Pada tiga dekade sebelumnya petani di daerah rawa baik pasang surut maupun lebak umumnya hanya menanam padi varietas lokal, sehingga

penggunaan alsintan modern belum ada. Hasil pengamatan hingga dekade terakhir di beberapa daerah rawa khususnya di wilayah pasang surut, penggunaan alsintan untuk pengelolaan pertanian khususnya untuk padi sawah semakin berkembang, antara lain traktor tangan (*hand-tractor*), *thresher* dan penggilingan.

Umumnya kepemilikan lahan petani lahan pasang surut cukup luas, sehingga untuk mempercepat pengelolaan lahannya mereka perlu peralatan pertanian mekanis dengan ukuran yang sesuai. Semakin majunya usahatani di lahan pasang surut dengan adanya dukungan pemerintah, kedepan inovasi dan pengembangan alsintan di pedesaan akan berjalan dengan sendirinya, namun apabila tidak ada lagi inovasi pemerintah di bidang peralatan maka pengelolaan dan pengembangan alsintan akan diambil alih oleh swasta.

Pengembangan alsintan saat ini digerakkan oleh pemerintah karena terkait dengan program Upaya Khusus untuk mencapai swasembada pangan (padi, jagung dan kedele). Untuk membantu petani dalam usahatannya mulai penyiapan lahan hingga pasca panen, pemerintah sejak tahun 2008 mendorong pertumbuhan kelembagaan usaha petani yang bergerak di bidang jasa alsintan. Pemerintah telah membuat peraturan tertuang dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 25/Permentan/PL.130/5/2008 pada 22 Mei 2008 tentang Pedoman Penumbuhan dan Pengembangan Usaha Pelayanan Jasa Alat dan Mesin Pertanian (UPJA). Dengan adanya UPJA Pemerintah berharap kelembagaan UPJA dapat berperan penting dalam menggerakkan perekonomian di perdesaan. Program ini merupakan respon dan kepekaan pemerintah dalam melakukan akselerasi adopsi alsintan di pedesaan, walaupun masih terbatas untuk peningkatan produksi, efisiensi dan daya saing sistem pertanian padi sawah. Pengembangan program ini berdasarkan padapemahaman bahwa kebutuhan peralatan dan mesin pertanian untuk pengembangan padi sawah yang terus meningkat, baik dalam jumlah, kualitas maupun ketersediaannya, terutama dalam mendukung target Program Peningkatan Produksi Beras Nasional (Dir. Alat dan Mesin Pertanian, 2012).

Kehadiran alsintan bukan mencerminkan bagian dari modernisasi pertanian di pedesaan, melainkan sebagai pencerminan adanya proses transformasi pertanian ke arah industrialisasi pertanian. Walaupun dampak dari proses transformasi masih sangat terbatas, proses ini harus diterima sebagai kenyataan dan telah menimbulkan dampak yang signifikan terhadap sistem pertanian padi sawah di pedesaan.

Penutup

Keberadaan kelembagaan pertanian di lahan rawa masih lemah dan belum berfungsi optimal. Kelompok tani umumnya masih memiliki kemampuan kelas pemula-madya, sehingga dalam melaksanakan fungsinya belum baik. Demikian pula kelompok petani pemakai air (P3A) dalam mengelola air di lahan sawah belum efektif karena infrastruktur jaringan irigasi belum sempurna. Kelembagaan sarana produksi belum mampu memenuhi kebutuhan sarana seperti jenis pupuk yang beragam, jenis obat-obatan dan bibit yang berlabel. Petani masih sulit mengakses modal yang disediakan oleh bank karena persyaratan yang rumit.

Posisi tawar petani yang rendah dalam pemasaran hasil pertanian terutama pada saat panen akan berdampak pada nilai tukar petani. Oleh karena itu kinerja kelembagaan pertanian perlu lebih ditingkatkan untuk mendukung efektifitas kegiatan usahatani di lahan rawa. Peningkatan kinerja dilakukan melalui penguatan dan pemberdayaan kelembagaan pertanian. Kegiatan yang perlu dilakukan adalah meningkatkan peran penyuluhan, kompetensi PPL, kemampuan kelompok tani dalam hal pengadaan sarana produksi, permodalan, pemasaran dan kemampuan P3A melakukan pengelolaan air. Kelembagaan UPJA di lahan rawa belum terlaksana dengan baik karena masih lemahnya manajemen. Oleh karena itu pengembangan UPJA dapat dilakukan melalui pendekatan sistem manajemen aset yang tepat mulai dari perencanaan (pengadaan dan pemilihan), penggunaan sampai pada monitoring dan evaluasi pemanfaatan aset tersebut.

Pembinaan dilakukan secara berkelanjutan dan terintegrasi antara peneliti, penyuluh, juru air, aparat desa dan adanya fasilitasi oleh instansi Dinas Pertanian dan Pekerjaan Umum. Misalnya peningkatan keterampilan dalam pengelolaan air melalui pelatihan P3A dilakukan secara terpadu antar instansi.

Daftar Pustaka

- Alihamsyah, T., E. Ananto, H. Supriadi, S. Wahyuni, E. Suhartatik, Astanto, F. Tangkuman, K. Nugroho, dan N. Sutrisna. 2000. Karakterisasi Wilayah Pengembangan ISDP Propinsi Jambi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. 127 hlm.
- Aini, Y.N., dan Z. Nadida. 2014. Analisis Kelembagaan Petani dalam Mendukung Keberfungsian Infrastruktur Irigasi (Studi Kasus Daerah Irigasi Batang Anai Sumatera Barat). *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum* 6(3):193-201.
- Ananto, E.E., Astanto, Sutrisno, dan R. Tahir. 2000. Prospek Pengembangan Alat Mesin Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. 7 hlm
- Aminah, S., Sumardjo, Djuara. Lubis dan Djoko Susanto. 2015. Strategi Peningkatan Keberdayaan Petani Kecil Menuju Ketahanan Pangan. *Jurnal Sosiohumaniora* 18(3):255-263. Sumber : [http://download.portagaruda.org\(diunduh](http://download.portagaruda.org(diunduh) 6 April 2017).
- Barkatullah, A.H., Ifrani, dan M.S. Buana. 2013. Kebijakan Sistem Resi Gudang Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Petani lahan Basah sebagai Model Pemasaran Komoditas pertanian (Studi kasus Sistem Resi Gudang di Kabupaten Barito Kuala). Sumber:<http://eprints.Unlam.ac.id>. (diunduh 20 Maret 2017).
- Bisowarno, S. 2006. Pengalaman pemberdayaan P3A di daerah rawa pasang surut di Provinsi Sumatera Selatan. Makalah disampaikan pada Pelatihan O & P Rawa. Bandung Tanggal 5-7 Desember 2006. Departemen Direktorat Jenderal Sumberdaya Air- Departemen Pekerjaan Umum. 22 hlm.
- deVito. 1977. Komunikasi Antar Manusia. Edisi ke lima. Hunter College of The City University of New York. Alih Bahasa: Agus Maulan, Proofreader Lyndon Saputra. Profesional Books. Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2007. Peraturan Menteri Pertanian No: 273/KPTS/OT.160/4/2007 tentang Pedoman Kelembagaan Petani. Departemen Pertanian. Jakarta. 25 hlm
- Dimiyati, A. 2007. Pembinaan Petani dan Kelembagaan Petani. Balitjeruk. Online. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropik
- Direktorat Alat dan Mesin Pertanian, 2012. Operasional Pengembangan, Pengawasan dan Kelembagaan Alat dan Mesin Pertanian. Pedoman Teknis. Dirjen Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta. 103 hlm
- Djalil, B. 2016. Model Penguatan Lembaga Petani Sebagai Prime Mover Nilai Tambah Produk Pertanian. *Jurnal Lentera* 14(2): 265-278.
- Fatah, L. 2011. Potensi dan Kendala Sosial Ekonomi dan Budaya dalam Pengembangan Rawa. Sumber: lutfifatah.blogspot.

co.id/2011/08/potensi-dan-kendala-sosial-ekonomi-dan.htm (diunduh 4 April 2017).

- Hayami Yujiro dan Kikuchi Masao. 1987. Dilema Ekonomi Pedesaan. Suatu Pendekatan terhadap Perubahan Kelembagaan di Asia. Terjemahan Zahara D, Noer. Yayasan Obor, Indonesia Jakarta.
- Hariadi, S. Samsi. 2007. Kelompok Tani sebagai Basis Ketahanan Pangan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* 3 (2):79-86
- Hermanto, R. 2007. Rancangan Kelembagaan Kelompok Tani dalam Implementasi Primatani di Sumatera Selatan. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian* 5(2):110-125.
- Hermanto, Suwardih, I. A. Fachrista dan Zikril. 2010. Laporan Utama: Pengembangan Ternak Sapi Terpadu di Kabupaten Bangka Tengah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian dan Pemerintah Kabupaten Bangka Tengah.
- Hermanto dan Dewa K.S. Swastika. 2011. Penguatan Kelompok Tani : Langkah Awal Peningkatan Kesejahteraan Petani. *Jurnal Analisis Kebijakan pertanian* (4) :371-390.
- Hutasuhut, F. E. 2011. "Peranan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) dalam Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Petani Di Daerah Irigasi Namo Rambe Kabupaten Deli Serdang". Tesis, Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Iqbal, M., Edi B, dan Gelar S. B, 2007. Esensi dan Urgensi Kaji Tindak Partisipatif dalam Pemberdayaan Masyarakat Perdesaan Berbasis Sumberdaya Pertanian. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*.25(2): 73-88.
- Jumberi, A dan T. Alihamsyah. 2010. Usaha Agribisnis di Lahan Rawa Pasang Surut. Hlm 275-297. *Dalam Didi Ardi et al* (Eds). Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian
- Koesrini. 2016. Analisis Kesesuaian Varietas dan Perbanyakan Benih Lahan Rawa Mendukung Swasembada Pangan. Laporan Akhir Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 48 hlm.
- Listianingsih, S. 2004. Analisis Pemasaran Jeruk Siam (*Citrus reticula* blanko) Kalimantan Selatan. Tesis Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat.
- Listianingsih, S., H. Sutikno dan Yanti Rina. 2006. Pemasaran Jeruk Siam. Hlm. 121-132. *Dalam Muhammad Noor, Koesrini dan D. Nazemi* (Penyunting). Monograf Jeruk Siam di Lahan Rawa Pasang Surut. Pengelolaan dan Pengembangannya. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Balittra.
- Mubyarto. 1982. Pengantar Ekonomi Pertanian. LPES. Jakarta.
- Nasrul, W. 2012. Pengembangan Kelembagaan Pertanian untuk Peningkatan Kapasitas Petani terhadap Pembangunan Pertanian. *Jurnal Menara Ilmu*

- Noorginayuwati., dan K. Anwar. 2015. Tingkat Adopsi Komponen Teknologi Usahatani Padi Melalui SL-PTT di Lahan Rawa Lebak Tengahan (Kasus Di Kabupaten Hulu Sungai Selatan dan Hulu Sungai Tengah). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* Vol 18(1):57-66
- Noorginayuwati, M.Alwi, D.Nazemi, K.Anwar, Y. Rina, S. Nurzakiah, E.William, M.Saleh. 2015. Pengembangan Inovasi Teknologi Pengelolaan Lahan Rawa Berkelanjutan. Laporan Hasil Penelitian T.A. 2015. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 51 hlm.
- Pakpahan, A. 1989. Kerangka Analitik Untuk Penelitian Rekayasa Sosial: Perspektif Ekonomi Institusi. Hlm 1-8. *Dalam: Effendi Pasandan et al* (eds). *Evolusi Kelembagaan Pedesaan ditengah Perkembangan Teknologi Pertanian*. Pusat Penelitian Agro Ekonomi. Bogor.
- Pranaji, T.,S. Wahyuni, E.L. Hastuti, J.Situmorang, A.Setyanto, dan C. Muslim. 2000. Perekayasaan Sosiobudaya dalam Percepatan Transformasi Masyarakat Pedesaan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Bogor. 154 hlm.
- Pranaji, T. 2003. Menuju Transformasi Kelembagaan dalam Pembangunan Pertanian dan Perdesaan. Pusat penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi. Bogor.
- Prabowo, A. 2015. Karakteristik dan Peranan Lembaga Petani Pemakai Air dalam Mendukung Produktivitas Hasil Padi di Kecamatan Toboali Kabupaten Bangka Selatan. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota* 11 (3) : 271-285. .
- Purwanto., M. Syukur, dan P. Santosa. 2007. Penguatan Kelembagaan Kelompok Tani Dalam Mendukung Pembangunan Pertanian di Jawa Timur. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur.
- Raharjo. 2008. Strategi Pengembangan Kelembagaan Ekonomi Pedesaan Dalam Menunjang Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat. Tinjauan Perspektif Organisasi. *Jurnal Penelitian UNRAM* 2(11):71-86.
- Ruttan, V.W. dan Hayami, Y., 1984. Induced Innovation Model of Agricultural Development. *Dalam Eicher, C.K. and Staatz, J.M. Agricultural Development in the World*. The John Hopkins University.
- Republik Indonesia. 2007. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 33 tahun 2007 tentang Pedoman Pemberdayaan P3A/GP3A/IP3A. Sekretariat Negara
- Rina, Y. 2012. Dinamika Kelompok Persatuan Petani Pemakai Air di Lahan Rawa Pasang Surut. Hlm 272-279. *Dalam S. Subari, M. Effendi, S. Suryawati et al* (Ed.). *Prosiding Seminar Nasional Kedaulatan Pangan dan Energi*. Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo.
- Rina,Y. dan E.W. Panggabean. 2014. Penguatan Manajemen Mendorong Kemandirian Kelembagaan Pengelolaan irigasi Pasang Surut di

- Kalimantan Selatan. *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum* 6(3): 141-155.
- Rina, Y., M. Noor, Noorginayuwati, S. Umar, Z. Arifin. 2014. Penelitian Kelembagaan Pengelolaan Air Eksisting di Lahan Rawa Lebak. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa Tahun Anggaran 2013. 29 Hlm
- Rina, Y. 2015^a. Dinamika Kelompok Persatuan Petani Pemakai Air Di Lahan Rawa Lebak. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Agribisnis* 11 (2):235-248.
- Rina, Y. 2015^b. Usahatani Padi dan Kontribusinya Terhadap Pendapatan Petani di Lahan Rawa Lebak. *Jurnal Agrosientie* 22(1): 5-12.
- Rina, Y dan A. Rafieq. 2016. Analisis Usahatani Padi dan Jagung pada Program Upaya Khusus Peningkatan Produksi Padi, Jagung dan Kedelai di Lahan Rawa Kalimantan Selatan. Makalah disampaikan pada Pertemuan Koordinasi Petugas Pembiayaan Pertanian pada Tanggal 7 April 2016 . Banjarbaru. 15 hlm
- Safei, A.M., Budiman, Y. Agro. 2013. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Motivasi kerja Penyuluh Pertanian di Bekasi. Hlm 703-712. *Dalam Stefaan De Neve et al* (Penyunting). Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik: Solusi Mewujudkan Produksi Pangan yang Aman dan Ramah Lingkungan Serta Meningkatkan Pendapatan Petani. Fakultas Pertanian UGM.
- Saptana, Hendiarto, Sunarsih, dan Sumaryanto. 2001. Tinjauan historis dan perspektif pengembangan kelembagaan irigasi di era otonomi daerah. *Forum Penelitian Agroekonomi*. Vol 19(2):50-65.
- Syahyuti, 2003. Bedah Konsep Kelembagaan. Strategi Pengembangan dan Penerapannya dalam Penelitian Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
- Syahyuti. 2004. Model Kelembagaan Penunjang Pengembangan Pertanian di Lahan Lebak. Makalah disampaikan dalam Workshop Nasional Pengembangan Lahan Rawa Lebak. Kandangan dan Banjarbaru tgl 11-12 Oktober 2004. Balittra Kerjasama dengan pemerintah Daerah Kabupaten Hulu Sungai Selatan dan Diperta Provinsi Kalimantan Selatan. 12 hlm
- Soentoro. 2004. Pengembangan Kelembagaan di Daerah Lahan Pasang Surut (Kasus Pengembangan Lembaga Keuangan Mikro Karya Usaha Mandiri di Daerah Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan. Hlm 39-58. *Dalam Masganti et al* (Penyunting). Prosiding Lokakarya Pengelolaan Lahan Pasang Surut di Kalimantan Tengah. Badan Litbang Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Wahyuni, S. 2003. Kinerja Kelompok Tani Dalam Sistem Usahatani Padi dan Metode Pemberdayaannya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 22(1):1-8
- Wahyuni, S. 2009. Integrasi Kelembagaan di Tingkat Petani: Optimasi

- Kinerja Pembangunan Pertanian. Dalam Sinar Tani 10 Juni. 2009.
- Uphoff, Norman Thomas. 1986. Local Institutional Development: An Analytical Sourcebook With Cases. Kumarian Press.
- Yunita, Y., Riswani, Y.Fatrianti, Hendrixon dan N. Martiaty. 2014. Meningkatkan Penguatan Kelembagaan dan Permodalan Petani Lahan Lebak Sumatera Selatan. Hlm 482-498. *Dalam* Siti Herlinda *et al* (Penyunting) Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal. Palembang 26-27 September 2014. Pusat Unggulan Riset Pengembangan Lahan Suboptimal (PUR-PLSO) UNSRI.

VII RAWA MASA DEPAN

BIODIVERSITI LAHAN RAWA DAN PEMANFAATANNYA UNTUK BIOFARMAKA, BIOPESTISIDA DAN KOSMETIK

Maulia Aries Susanti dan M. Thamrin

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

Jalan Kebun Karet, Loktabat Utara, Banjarbaru 70712. Kalimantan Selatan

Telp./Fax: 0511-4772534, email: balittra@litbang.pertanian.go.id

Ringkasan

Indonesia merupakan salah satu sumber keanekaragaman hayati dunia. Lahan rawa merupakan ekosistem yang menyimpan banyak potensi sumberdaya genetik yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung kesehatan, performa, dan pertanian ramah lingkungan. Hasil eksplorasi sumberdaya genetik di lahan rawa Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah, ditemukan 110 jenis tanaman, 76 jenis tanaman yang berpotensi sebagai bahan farmasi, 11 jenis tanaman berpotensi sebagai bahan kosmetik, dan 23 jenis tanaman yang berpotensi sebagai bahan pestisida nabati. Masyarakat di kawasan rawa telah lama memanfaatkan tanaman tersebut untuk mengobati berbagai penyakit dengan memanfaatkan bagian tanaman seperti daun, akar, buah, umbi, bunga, kulit, biji, pelepah. Bagian tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan kosmetika adalah daun, batang, buah, kulit buah, kulit batang, akar daun, dan bunga. Sedangkan untuk bahan pestisida nabati, masyarakat di kawasan rawa biasanya memanfaatkan bagian tanaman berupa umbi, batang, kulit batang, daun dan getah. Pemanfaatan sumberdaya genetik lahan rawa dapat menghidupkan perekonomian kawasan dan mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan. Sumberdaya genetik tanaman di lahan rawa Indonesia tergolong komoditas yang mengalami erosi genetik yang pesat. Produksi bahan farmasi, kosmetika dan pestisida nabati yang kontinyu harus didukung oleh ketersediaan bahan tanaman. Langkah yang perlu dilakukan adalah pelestarian atau konservasi tanaman tersebut secara *in-situ* dengan melakukan konservasi kawasan yang mempunyai daya dukung yang baik terhadap pertumbuhan tanaman melalui Perda. Konservasi lain dilakukan dengan cara *ex-situ* dengan melibatkan masyarakat setempat dalam skala keluarga maupun desa dalam bentuk kebun desa.

Pendahuluan

Biodiversity atau keragaman biologi atau keanekaragaman hayati dapat memiliki banyak pengertian, umumnya mengacu pada keragaman dan variabilitas kehidupan. Menurut Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-bangsa, keanekaragaman hayati biasanya mengukur variasi pada tingkat genetik, spesies, dan ekosistem suatu daerah (Larson, 2001; Davis, 2011). Keanekaragaman hayati dapat diartikan juga sebagai keanekaragaman diantara makhluk hidup dari semua sumber termasuk diantaranya daratan, lautan dan sistem perairan lainnya serta kompleks-komplek ekologi yang merupakan bagian dari keanekaragamannya, mencakup keanekaragaman di dalam spesies, antar spesies dan ekosistem (UU RI No. 5 Tahun 1994).

Indonesia merupakan salah satu negara terbesar ketiga di dunia setelah Brazil dan Zaire yang memiliki keanekaragaman hayati terbesar (*megadiversity countries*) (Andrew, 1992; Natarino, 2010). Secara biogeografi Indonesia berada dalam kawasan Malesia (kawasan Asia Tenggara sampai dengan Papua sebelah barat). Indonesia memiliki dua pusat keanekaragaman, yaitu Borneo dan Papua memiliki tingkat endemisitas yang sangat tinggi serta habitat yang unik (Utama, 2011). Berdasarkan hasil-hasil penelitian, keanekaragaman hayati Indonesia berupa tumbuhan dilaporkan sebanyak ± 38.000 jenis, diantaranya 1.260 jenis yang bernilai medis (*fitofarmaka*) (Departemen Kehutanan, 2005).

Tingginya keanekaragaman hayati di Indonesia ini terlihat dari berbagai macam ekosistem yang ada di Indonesia, seperti ekosistem pantai, hutan bakau, padang rumput, hutan hujan tropis, air tawar, air laut, savanna, dan rawa. Masing-masing ekosistem ini memiliki kekhasan dan keanekaragaman hayati tersendiri (Narisa, 2010; Handari, 2012). Indonesia juga tercatat sebagai negara kepulauan yang memiliki lahan basah paling luas dan paling beragam di Asia Tenggara. Lahan basah tersebut diperkirakan menutupi lebih dari 20% luas daratan Indonesia (Nirarita *et al.*, 1996; Jamaksari *et al.*, 2009). Rawa adalah salah satu ekosistem lahan basah dan merupakan salah satu kawasan yang banyak ditumbuhi tanaman yang memiliki berbagai fungsi dan kegunaan. Lahan rawa sebagai bagian dari lahan basah merupakan ekosistem kompleks dan memiliki berbagai fungsi yang sangat penting, seperti pengatur fungsi hidrologis, penghasil sumberdaya alam dan hayati hingga fungsi lahan basah sebagai habitat bagi berbagai jenis satwa liar dan tumbuhan (Sibuea, 1997; Jamaksari *et al.*, 2009).

Eksplorasi terhadap beberapa jenis tumbuhan di kawasan rawa Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah mencatat sebanyak 122 jenis tumbuhan yang diduga berperan sebagai tumbuhan biofarmaka, kosmetika dan insektisida (Thamrin *et al.*, 2007). Tumbuh-tumbuhan tersebut secara turun-temurun telah digunakan oleh masyarakat di kawasan rawa sebagai obat, kosmetik atau digunakan untuk menanggulangi hama dan penyakit di lahan pertanian, yang merupakan bentuk kearifan lokal yang berkembang.

Kawasan rawa juga menyimpan potensi unik lainnya selain tingginya keanekaragaman hayati. Potensi lainnya yang belum banyak digali dari lahan pasang surut adalah kandungan unsur mikro yang cukup tinggi, seperti besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn) dan selenium (Se). Selain berperan penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Jones *et al.*, 1991), unsur-unsur mikro tersebut juga dikenal sebagai “*trace elements*” yang sangat penting dalam menunjang kesehatan manusia (Fraga, 2005). Selenium dapat berfungsi sebagai antioksidan, sehingga sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia. Pada tanah, unsur mikro ini diserap oleh tanaman dan diakumulasi pada bagian akar. Oleh karena itu, menanam tanaman obat temu-temuan dapat menjadi salah satu cara memanen Se dari lahan rawa. Kandungan Se pada rimpang tanaman obat di lahan pasang surut jauh lebih tinggi dari kandungan Se pada jenis tanaman yang sama yang ditanam di tanah mineral. Kandungan Se dalam rimpang temu-temuan di lahan kering Sukabumi, Jawa Barat tidak terukur, sedangkan kandungan Se dalam temu-temuan yang ditanam di lahan pasang surut Sumatera Selatan berkisar antara 1,34-2,11 mg/kg pada jahe, 1,23-2,03 mg/kg pada kunyit, dan 1,26-1,77 mg/kg pada temulawak (Yusron *et al.*, 2009). Nilai tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Se pada bahan makanan sumber Se seperti gandum (0,01-0,02 mg/kg), daging sapi (0,04-0,46 mg/kg), susu murni (0,02-0,19 mg/kg) dan telur (0,42-1,10 mg/kg) (Oldfield 1991 dalam Yusron *et.al.* 2009). Rimpang dengan kandungan Se tinggi bermanfaat sebagai bahan baku minuman segar dan industri kosmetik. Rimpang temu lawak merupakan bahan baku utama dalam industri kosmetik, terutama untuk kecantikan kulit. Mineral Se membantu meningkatkan efektivitas vitamin E dan sebagai antioksidan. Hasil penelitian di beberapa negara Eropa memperlihatkan, penurunan konsentrasi Se dalam darah akan mengganggu kesehatan, khususnya berkaitan dengan penyakit kronis seperti kanker dan jantung koroner (Brown dan Arthur, 2001)

Tulisan ini bertujuan untuk menginformasikan tentang potensi keanekaragaman hayati tumbuhan lahan rawa untuk farmasi, kosmetika dan pestisida, untuk mendukung pengembangan lahan rawa sebagai “Rawa Masa Depan” dan mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan.

Keanekaragaman Hayati Tumbuhan

Bahan farmasi

Pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan obat sudah sejak lama dilakukan oleh masyarakat di Indonesia. Berdasarkan laporan dari *World Conservation Monitoring Center* Indonesia merupakan wilayah yang memiliki beragam jenis tanaman obat, 2.518 jenis diantaranya telah dimanfaatkan (EISAI, 1995). Suku Melayu Tradisional yang ada di sekitar Taman Nasional Bukit Tigapuluh, Riau memanfaatkan 138 jenis tumbuhan sebagai obat (Fakhrozi, 2009). Suku Dayak Tunjung di Kalimantan Timur memanfaatkan 47 jenis tumbuhan sebagai obat (Setyowati, 2010). Kemudian pada Masyarakat Adat Suku Moronene di Taman Nasional Rawa Aopawatumohai, Sulawesi Tenggara memanfaatkan 65 jenis sebagai bahan obat (Setiawan dan Qiptiyah, 2014). Selanjutnya pengobatan dengan menggunakan bahan baku dari alam atau pengobatan herbal semakin pesat berkembang. Perusahaan farmasi gencar mencari bahan baku obat yang berasal dari tumbuhan yang memiliki khasiat untuk pengobatan (Superani *et al.*, 2008).

Tanaman obat-obatan tradisional adalah tanaman yang dapat digunakan sebagai obat, baik yang sengaja ditanam maupun tumbuh secara liar. Tanaman tersebut dimanfaatkan oleh masyarakat untuk diramu dan disajikan sebagai obat guna penyembuhan penyakit. Tanaman obat adalah bahan yang berasal dari tanaman yang masih sederhana, murni, belum tercampur atau belum diolah (Kartasapoetra, 1992). Tanaman atau bagian tanaman yang diekstraksi dan ekstrak tumbuhan tersebut digunakan sebagai obat. Bagian tanaman yang digunakan oleh masyarakat diramu sebagai obat adalah daun, bunga, buah, akar dan kulit, sesuai dengan jenis tanaman. Bagian-bagian tersebut dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk diramu sesuai dengan kebutuhan dan dapat dijadikan sebagai obat tradisional. Beberapa manfaat tumbuhan obat diantaranya: (1) menjaga kesehatan. Fakta kemampuan obat tradisional dalam menunjang kesehatan telah terbukti secara empirik, penggunaannya pun terdiri dari berbagai lapisan, mulai anak-anak, remaja dan orang lanjut usia, (2) memperbaiki status gizi masyarakat. Banyak tanaman

apotik hidup yang dapat dimanfaatkan untuk perbaikan dan peningkatan gizi, seperti kacang, sawo dan belimbing wuluh, sayur-sayuran, buah-buahan sehingga kebutuhan vitamin akan terpenuhi, (3) menghindari lingkungan, meningkatkan penanaman apotik hidup salah satu cara untuk penghijauan lingkungan tempat tinggal, dan (4) meningkatkan pendapatan masyarakat. Selain itu, penjualan hasil tanaman obat-obatan akan menambah penghasilan keluarga (Supriono, 1997).

Masyarakat di kawasan rawa Kalimantan Selatan dan Tengah telah lama memanfaatkan tanaman untuk mengobati berbagai penyakit (Thamrin *et.al* 2007). Pengetahuan yang turun-temurun menjadi pengetahuan yang sangat berharga. Bagian tanaman yang sering digunakan adalah daun, akar, buah, umbi, bunga, kulit, biji, pelepah. Bahkan ada beberapa tanaman obat yang seluruh bagian tanaman tersebut dapat dimanfaatkan, misalnya Sulitulung untuk obat sakit perut, dan Hambin buah untuk obat ginjal (Tabel 1) dan beberapa gambar tanaman berkhasiat obat dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Keanekaragaman hayati tumbuhan yang berpotensi sebagai bahan biofarmaka

No.	Nama lokal	Nama ilmiah	Bagian tanaman	Manfaat
1.	Alang-alang	<i>Imperata cylindrical</i>	Akar	Ginjal, hipertensi, panas dalam
2.	Akar kuning	<i>Areangelesiaflava</i> (L.) Merr.	Akar	Obat hepatitis, bisul
3.	Bakung rawa	<i>Crinum asiaticum</i>	Daun	Obat tidur, analgesik, anti bengkak, ekspektoran
4.	Bawang hantu, Bawang dayak	<i>Eleutherinebulbosa</i> Merr. / <i>Eleutherinepalmifolia</i> (L.) Merr.	Umbi, daun	Anti radang, antioksidan, menghentikan pendarahan
5.	Bambu kuning	<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>striata</i>	Rebung	Obat kanker
6.	Bawang nyaring		Daun	Obat perut
7.	Bawang nyaring kuning		Daun	Obat penyakit dalam
8.	Cambai		Daun	Obat sakit perut
9.	Cawat hanoman		Akar	Bahan jamu
10.	Ciplukan	<i>Physalis peruviana</i>	Buah dan daun	Obat hipertensi

11.	Dadap	<i>Erythrina variegata</i> (L.) Merr.	Daun	Memperbanyak asi, obat tidur, melancarkan haid, obat cacingan, pencahar, peluruh kencing, pengencer dahak, obat infeksi
12.	Daun kancing		Daun	Obat sakit gigi
13.	Gagali		Daun, umbi	Obat sakit perut
14.	Gambir	<i>Uncaria gambir</i> Roxb.	Kulit/daun	Pengusir nyamuk
15.	Gulinggang	<i>Cassia quaderalata</i>	Daun	Obat kulit
16.	Hambin buah		Seluruh bagian	Obat ginjal
17.	Jajangkit		Daun, batang	Obat kulit (gatal)
18.	Jalukap		Daun	Obat kulit
19.	Jambu hutan		Daun, akar	Obat ginjal
20.	Kalangkala		Daun, biji	Obat kulit
21.	Karamunting jawa	<i>Melastoma malabathricum</i>	Daun, akar, buah	Obat kulit, antioksidan, meningkatkan jumlah trombosit dan antianoxic.
22.	Karamunting buah	<i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	Daun	Obat sakit perut, luka
23.	Kambang tatawa		Bonggol	Obat kanker payudara
24.	Kayu halaban	<i>Vitex pubescans</i> Vhal	Akar	Obat ginjal
25.	Kakantutan		Daun	Obat sakit perut
26.	Karatau		Daun	Obat disentri
27.	Kayu sapat		Daun	Obat sakit perut
28.	Kasumbawati		Daun	Obat hipertensi
29.	Kayu rahwana		Seluruh bagian	Bahan jamu
30.	Kecubung	<i>Datura metel</i>	Daun	Obat asma, diare, wasir, kolera, bisul, korengan, eksim, radang
31.	Kirinyu	<i>Chromolaina odorata</i>	Daun	Obat luka
32.	Kumandrah	<i>Croton tiglium</i>	Daun/buah	Obat sakit perut
33.	Kujajing bini	<i>Pterospermum javanicum</i>	Daun, buah	Obat kanker
34.	Kujajing laki	<i>Pterospermum javanicum</i>	Daun, buah	Obat kanker

35.	Lada	<i>Piper nigrum</i>	Buah	Obat arthritis, kanker, sakit kepala, batuk, mengontrol tekanan darah, antioksidan, sakit gigi, perut kembung
36.	Lakum	<i>Cayratia trypolia</i>	Daun	Obat kulit (gatal)
37.	Langgundi	<i>Vitex trifolia</i> L.	Daun	Pengusir nyamuk
38.	Lengkuas	<i>Alpinia galangal</i>	Rimpang	Bahan jamu
39.	Lidah buaya	<i>Aloe vera</i> L.	Daun	Anti imflamasi, anti jamur, anti bakteri, mengontrol tekanan darah, membantu regenerasi sel, menurunkan kadar gula darah
40.	Mamali habang	<i>Leea indica</i> (Burm.f.) Merr	Daun	Obat penenang
41.	Mamali putih		Daun	Obat penenang
42.	Mata-mata		Buah	Kebugaran wanita
43.	Manggis	<i>Garcinia mangostana</i> L.	Kulit buah	Obat hipertensi
44.	Mengkudu	<i>Morinda citrifolia</i>	Daun, Buah	Obat hipertensi, Diabetes
45.	Papulut		Daun	Obat batuk
46.	Paku Ate	<i>Angiopterisevecta</i> (forst.) hoffon	Pelepah	Obat kanker payudara
47.	Patah kajang		Daun	Obat nyamuk
48.	Pasan siri	<i>Cymbopogoncitratates</i> (DC.)	Daun	Obat luka
49.	Pinang habang	<i>Cyrtotachys lakka</i>	Akar	Obat ginjal
50.	Pinang sindawar		Akar	Obat ginjal
51.	Pohon mercon		Daun, bunga	Pengusir nyamuk
52.	Putat	<i>Planchonia valida</i> (Bi) BL	Daun	Obat kulit (gatal)
53.	Raja binalu		Seluruh	Obat hipertensi
55.	Rumbia habang		Daun	Obat sakit perut
56.	Sambung nyawa	<i>Gynura procumbens</i> (Lour.) Merr	Daun	Obat penyakit dalam
57.	Sambung urat	<i>Tinosporacrispa</i> (L) Miers	Umbi	Obat reumatik dan keseleo
58.	Sarigading	<i>Nyctanthes arbor-tristis</i> L.	Daun	Bahan jamu
59.	Sapang		Kulit batang	Obat hipertensi
60.	Sawangkak		Daun	Obat kanker
61.	Sintuk		Daun	Kebugaran tubuh
62.	Simpur	<i>Dillenia eximia</i> miq.	Daun	Obat mata

63.	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	Daun	Obat hipertensi
64.	Sisik naga	<i>Drymoglossum piloselloides</i>	Daun	Obat sakit gigi
65.	Sungkai	<i>Peronema canescens</i> Jack	Daun	Obat sakit gigi, demam panas
66.	Suli	<i>Hedychium sp.</i>	Daun	Obat penyakit dalam
67.	Sulitulang		Seluruh bagian	Obat sakit perut
68.	Sulur daging		Daun	Obat luka
69.	Tabat barito	<i>Ficus doltoidea</i>	Daun	Bahan jamu
70.	Tatintahan		Akar	Obat ginjal
71.	Tatunjuk langit		Daun	Obat hipertensi
72.	Tembelekan	<i>Lantana camara</i> Linn.	Daun	Obat ginjal
73.	Timbarau		Daun	Obat kejang-kejang

Sumber: Thamrin *et al.* (2007)



Gambar 1. Beberapa tanaman berkhasiat obat

Bahan kosmetik

Kata “kosmetik” diambil dari bahasa Yunani “kosmetikos” yang memiliki arti keterampilan menghias, mengatur (Tranggono dan Latifah, 2007). Kosmetik dapat juga didefinisikan sebagai sediaan atau paduan bahan yang siap untuk digunakan pada bagian luar badan, gigi dan rongga mulut untuk membersihkan, menambah daya tarik, mengubah penampakan, melindungi supaya tetap dalam keadaan baik, memperbaiki bau badan tetapi tidak dimaksudkan untuk mengobati atau menyembuhkan suatu penyakit (Permenkes, 1998).

Kosmetik sudah dikenal sejak zaman dahulu, bahkan di Mesir kosmetik telah dikenal sejak 3.000 tahun sebelum masehi. Orang mesir menggunakan bahan-bahan alami seperti tumbuhan dan hewan sebagai bahan kosmetik. Informasi dan pengetahuan tersebut kemudian menyebar ke seluruh dunia melalui perdagangan, agama, budaya, politik dan militer. Di Indonesia sejarah tentang kosmetik telah ada jauh sebelum penjajahan Belanda. Wanita Indonesia umumnya menggunakan bahan-bahan alami tumbuhan untuk merawat badan dan memperindah penampilannya. Beberapa tanaman kosmetik yang telah dimanfaatkan wanita Indonesia antaranya adalah tanaman lidah buaya, bedak bangkal, dan bunga kemuning.

Mengonsumsi bahan-bahan alami sebagai jamu atau menggunakannya sebagai ramuan kecantikan jauh lebih aman. Pemakaian obat-obatan, kosmetik dan pestisida yang mengandung bahan kimia dalam jangka waktu lama dan berulang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap pengguna dan menyebabkan kerusakan lingkungan. Hidup sehat dengan cara kembali ke alam yaitu dengan penggunaan bahan-bahan alami yang ramah lingkungan semakin digemari dan menjadi tuntutan. Penerapannya juga sudah sangat luas dari dunia pengobatan, kecantikan, pertanian bahkan industri (Superani *et al.*, 2008). Penggunaan tumbuh-tumbuhan alami untuk kecantikan sangat memungkinkan untuk dilakukan, karena hutan Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang sangat besar. Sekitar 30.000 tanaman berpotensi sebagai tanaman obat, kosmetik dan aromatik, diantaranya seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Keanekaragaman hayati tumbuhan yang berpotensi sebagai bahan kosmetik

No.	Nama lokal	Nama ilmiah	Bagian tanaman	Manfaat
1.	Andarasung		Daun	Penyubur rambut
2.	Balangkasua habang		Daun	Pembersih kulit
3.	Balangkasua putih		Daun	Pembersih kulit
4.	Bangkal	<i>Nauclea subdita</i> Merr.	Daun	Bedak
5.	Damar	<i>Canarium</i> <i>intermedium</i> H J L		
6.	Kayu rawali		Kulit batang	Bahan pewangi
7.	Kemuning	<i>Murraya</i> <i>paniculata</i>	Daun, bunga	Bahan pewangi
8.	Kuringkit		Daun	Bedak
9.	Lidah buaya	<i>Alloe vera</i>	Daun	mencerahkan kulit, mengurangi bekas jerawat dan luka, menghilangkan ketombe, mendinginkan kulit kepala, mencegah kerontokan rambut.
10.	Pisang	<i>Musa paradisiaca</i>	Buah, kulit buah	Melembabkan dan menghaluskan kulit, menghilangkan bekas jerawat atau cacar
11.	Simakau		Daun	Bedak
12.	Tampurikak		Buah	Penyubur rambut
13.	Usar	<i>Dianella</i> sp.	Akar dan daun	Bahan pewangi

Sumber: Thamrin *et al.* (2007)

Seperti halnya dengan tanaman obat, masyarakat di kawasan rawa juga telah lama memanfaatkan tanaman sebagai bahan kosmetik. Beberapa manfaat tersebut antaranya untuk mengurangi bekas jerawat, menghilangkan ketombe, mencegah kerontokan rambut, menyuburkan rambut, menghaluskan kulit, membersihkan kulit, dan mendinginkan kulit kepala. Pemanfaatan tanaman untuk bahan kosmetika dilakukan dengan memanfaatkan bagian tanaman tertentu seperti daun, batang, buah, kulit buah, kulit batang, akar daun, dan bunga.

Bahan insektisida nabati

Pemerintah melalui Undang-Undang nomor 12 tahun 1992 telah menerapkan kebijakan mengenai sistem budidaya tanaman. Pada pasal 2 disebutkan bahwa sistem budidaya tanaman sebagai bagian pertanian berasaskan manfaat, lestari, dan berkelanjutan. Selanjutnya dalam pelaksanaan perlindungan tanaman disebutkan bahwa dilarang menggunakan sarana dan/atau cara yang dapat mengganggu kesehatan dan/atau mengancam keselamatan manusia, menimbulkan gangguan dan kerusakan sumberdaya alam dan/atau lingkungan hidup. Mengingat efek samping terhadap lingkungan dan masalah kesehatan, sebanyak 36 jenis bahan aktif pestisida dilarang penggunaannya dan 5 jenis bahan aktif lainnya dibatasi penggunaannya (Permentan, 2007). Maka sangatlah penting untuk mendapatkan bahan pengganti insektisida sintetis yang merupakan salah satu sumber pencemar lingkungan ini.

Alternatif yang perlu dikembangkan adalah produk alam hayati yang pada umumnya merupakan senyawa kimia yang berspektrum sempit terhadap organisme sasaran (Sastrodiharjo *et al.*, 1992). Alternatif lain yaitu memanfaatkan senyawa beracun yang terdapat pada tumbuhan yang dikenal dengan insektisida nabati. Insektisida nabati secara umum diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuh-tumbuhan yang mengandung senyawa aktif berupa metabolit sekunder yang mampu memberikan satu atau lebih aktivitas biologi, baik pengaruh pada aspek fisiologis maupun tingkah laku dari hama tanaman serta memenuhi syarat untuk digunakan dalam pengendalian hama tanaman (Dadang dan Prijono, 2008). Hasil penelitian Balfas, (1994) dan Mudjiono *et al.* (1994) menginformasikan bahwa ekstrak bagian tanaman dapat bersifat toksik terhadap hama. Berbagai jenis tumbuhan telah diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, steroid, asetogenin, fenil propan, dan tannin yang dapat berfungsi sebagai insektisida dan *repellent* (Campbell dan Sullivan., 1933; Burkill, 1935). Senyawa-senyawa aktif tersebut oleh tumbuhan digunakan untuk pertahanan diri. Beberapa fungsi senyawa aktif pada tumbuhan diantaranya: (1) *refellent* (penolak kehadiran serangga), (2) *antifeedant* (serangga tidak menyukai tanaman yang disemprot insektisida nabati), (3) penghambat proses metamorfosis (menghambat proses perkembangan stadium serangga seperti telur, larva, pupa), dan (4) menghambat system reproduksi serangga betina dan mengacaukan sistem hormone serangga (Soenandar dan Tjachjono, 2012). Sedikitnya ada 2.000

jenis tumbuhan dari berbagai famili telah dilaporkan dapat berpengaruh buruk terhadap organisme pengganggu tanaman (Prakash dan Rao, 1977; Grainge dan Ahmed, 1987), diantaranya terdapat paling sedikit 850 jenis tumbuhan yang aktif bersifat toksik terhadap serangga (Prakash dan Rao, 1977).

Prospek penggunaan pestisida nabati di Indonesia sangat baik dan memungkinkan, karena didukung oleh beberapa hal diantaranya yaitu: keanekaragaman hayati di Indonesia yang sangat tinggi, keadaan sosial petani, kemudahan yang diberikan dalam penggunaan pestisida nabati khususnya untuk digunakan sendiri, adanya kebijakan pemerintah untuk mengembangkan pertanian ramah lingkungan, serta perhatian dari semua kalangan, baik peneliti, pengajar, penyuluh, maupun pihak lainnya yang terkait. Lahan rawa memiliki potensi besar dalam hal spesies tumbuhan yang mengandung bahan insektisida alami. Asikin dan Thamrin (2006) dan Thamrin *et al.* (2007) melaporkan bahwa terdapat 24 jenis tumbuhan yang banyak dijumpai di lahan rawa yang berpotensi sebagai insektisida nabati (Tabel 3). Potensi tersebut belum banyak dipelajari aspek-aspek penyiapannya sebagai insektisida nabati yang dapat diformulasi menjadi insektisida nabati komersial.

Hasil penelitian bioassay beberapa tumbuhan di Laboratorium Balittra, menunjukkan bahwa insektisida nabati berbahan tumbuhan kirinyu (*Chromolaina odorata*) mampu membunuh larva ulat grayak instar 2 dengan mortalitas 84%, sedangkan tumbuhan kepayang (*Pangium edule*) dan bintaro (*Carbera manghas*) mampu membunuh larva instar 2 masing-masing 88%, 86%, dan larva instar 3 yakni 86% dan 82% (Thamrin *et al.*, 2015).

Tabel 3. Sumberdaya genetik yang berpotensi sebagai bahan pestisida

No.	Nama lokal	Nama ilmiah	Bagian tanaman	Manfaat
1.	Bagang		Umbo	Berpotensi sebagai pestisida nabati
2.	Bakung hias		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
3.	bakung rawa	<i>Crynum asiaticum</i>		
4.	bakau	<i>Rhizophora sp</i>		
5.	beringin	<i>Ficus benyamina</i>		
6.	binjai	<i>Mangifera caesia</i>	Kulit batang	Berpotensi sebagai pestisida nabati
7.	binderang	<i>Scleria oblata</i>		
8.	buta-buta	<i>Excoecaria agallocha</i>		
9.	Dadangkak		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
10.	Gadung	<i>Dioscorea hispida</i>	Umbo	Digunakan sebagai insektisida
11.	Gambir	<i>Uncaria gambir</i> <i>Roxb.</i>	Kulit/daun	Pengusir nyamuk
12.	Gelam	<i>Melaleuca leucadendron</i>	Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
13.	Gulinggang	<i>Cassia quaderalata</i>	Daun	Fungisida
14.	Hambawang	<i>Mangifera foetida</i>	Getah	Berpotensi sebagai pestisida nabati
15.	Jalatang nyiru		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
16.	Jalatang tulang		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
17.	Jengkoi	<i>Phitecellobium lobatum</i>	Daun	Digunakan sebagai rodentisida
18.	Jeruk bali	<i>Citrus maxima</i>	Kulit	Digunakan sebagai insektisida
19.	jeruju	<i>Acanthus illicifollius</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati
20.	Jingah	<i>Glutha rengas</i>	Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
21.	Kacang parang	<i>Canavalia ensiformis</i>	Biji	Digunakan sebagai insektisida
22.	Kacang parang habang	<i>Canavalia sp.</i>	Buah	Digunakan sebagai insektisida
23.	Kecubung	<i>Datura metel</i>	Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
24.	Kakamalan		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
25.	Kalabuau		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
26.	Kalalayu		Daun	Tidak terserang hama
27.	Kalampan		Buah	Tidak terserang hama
28.	Kambat		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
29.	kakambat	<i>Justicia sp.</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati

30. Kapuk	<i>Ceiba pentandra</i>	Batang	Digunakan sebagai rodentisida
31. Karetan	<i>Ficus elastika</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati
32. Kayu ilatung		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
33. Kayu mahar		Daun	Tidak terserang hama
34. Kayu sapat		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
35. kayu pulantan	<i>Alstonia sp</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati
36. kayu mahang	<i>Macaranga javanica</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati
37. kayu halaban	<i>Vitex pubescens</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati
38. Kedondong	<i>Spondias dulcis</i>	Daun	Tidak diserang hama
39. Keladi rawa		Daun, umbi	Berpotensi sebagai pestisida nabati
40. Kembang pukul 4	<i>Mirabilis jalapa</i>	Daun	Digunakan sebagai insektisida
41. Kepayang	<i>Pangium edule</i>	Seluruh tanaman	Digunakan sebagai insektisida
42. Kirinyu	<i>Chromolaina odorata</i>	Daun	Insektisida
43. kumandrah	<i>Croton tigilium</i>	Daun/buah	Berpotensi sebagai pestisida nabati
44. lenggundi	<i>Vitex trifolia)</i>	Daun	Pengusir nyamuk
45. Lengkuas	<i>Alpinia galangal</i>	Rimpang	Berpotensi sebagai pestisida nabati
46. Lua		Daun	Tidak terserang hama
47. Lukut		Daun	Tidak terserang hama
48. Maritam	<i>Nephelium ramboutan</i>	Kulit	Digunakan sebagai rodentisida
49. Mamali	<i>Lersia sp.</i>		
50. Maya		Seluruh tanaman	Berpotensi sebagai pestisida nabati
51. Mengkudu	<i>Morinda citrifolia</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati
52. Mundar	<i>Garcinia forbesii</i>	Daun, kulit batang	Berpotensi sebagai pestisida nabati
53. Panggang		Daun	Tidak diserang hama
54. Patah kajang		Daun	Obat nyamuk
55. Pepaya hutan		Daun	Digunakan sebagai insektisida
56. Perupuk	<i>Laphopetallum spp.</i>	Daun	Atraktan penggerek batang padi
57. Pilantus		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
58. Pohon mercon		Daun, bunga	Pengusir nyamuk
59. Purun tikus	<i>Eleocharis dulcis</i>	Seluruh bagian	Atraktan bagi penggerek batang
60. putat	<i>Bringtonia sp.</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati
61. Rengas	<i>Gluta renghas</i>	Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati

62. Risi		Daun, bunga	Berpotensi sebagai pestisida nabati
63. sapang	<i>Abros precatorius</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati
64. simpur	<i>Dillenia suffruticosa</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati
65. Sirsak	<i>Annona muricata</i>	Daun	Digunakan sebagai insektisida
66. sungkai	<i>Peronema canescen</i>		Berpotensi sebagai pestisida nabati
67. Tatasbihan habang		Daun	Berpotensi sebagai pestisida nabati
68. Tawar		Daun	Pengusir wereng hijau
69. Tuba	<i>Derris</i>	Akar	Digunakan sebagai insektisida
70. Usar	<i>Dianella sp.</i>		Digunakan sebagai insektisida

Sumber: Thamrin et al. (2007)

Pengalaman petani di kawasan lahan rawa selama ratusan tahun memberikan pengetahuan yang bijaksanadalam menghadapi tantangan alam. Pengalaman dan pengetahuan yang selalu diuji menyebabkan petani di kawasan ini menemukan berbagai tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi risiko penurunan produktivitas komoditas yang dibudidayakan. Wereng hijau misalnya dapat diusir dengan menggunakan daun Tawar, Akar Tuba dimanfaatkan untuk insektisida, purun tikus dimanfaatkan sebagai aktraktan penggerek batang, dan beberapa tanaman yang berpotensi dijadikan sebagai bahan pestisida dan insektisida nabati dengan memanfaatkan bagian daun atau bunga tumbuhan tersebut.

Pertanian modern tidak hanya memperhatikan produktivitas dan nilai ekonomi suatu usaha tani, tetapi lebih jauh harus memperhatikan kualitas lingkungan. Kesalahan dalam mengelola lahan, terutama berkaitan dengan pengendalian OPT dapat menyebabkan petaka seperti lahirnya biotipe hamapenyakit yang resisten atau tahan dengan pestisida yang digunakan. Hal lain adalah berkurangnya populasi dan jenis ikan di lingkungan perairan, yang menjadi salah satu sumber pendapatan petani. Penggunaan pestisida yang tidak tepat juga dapat mengurangi daya pasok hara tanaman, karena sebagian hara diikat oleh senyawa kimia pestisida. Oleh karena itu pertanian masa depan harus mampu memanfaatkan tanaman yang berpotensi sebagai bahan pestisida sebagai komponen pertanian ramah lingkungan. Selain ramah terhadap lingkungan, penggunaan pestisida nabati menghasilkan produk pertanian organik yang tidak mengandung residu bahan kimia pestisida.

Pelestarian Sumberdaya Genetik

Indonesia memiliki sumberdaya genetik (plasma nutfah) yang sangat tinggi keanekaragamannya yang jika tidak dikelola dengan baik tidak memberikan manfaat secara optimal bagi kesejahteraan masyarakat. Pengelolaan plasma nutfah dapat dilakukan secara *insitu* maupun *exsitu*. Pemerintah telah menetapkan kawasan-kawasan konservasi untuk pelestarian secara *in situ* yang letaknya tersebar di wilayah Indonesia. Mengingat luasnya penyebaran serta tingginya keanekaragaman plasma nutfah, maka pengelolaannya perlu melibatkan semua pihak, baik ditingkat nasional maupun daerah. Pada Tingkat Nasional di tahun 1976 Departemen Pertanian telah membentuk Komisi Nasional (Komnas) Plasma Nutfah, sedangkan di tingkat daerah telah ditetapkan kawasan-kawasan konservasi dan dibentuk Komisi Daerah (Komda) Plasma Nutfah. Tugas dan fungsi dari Komda plasma nutfah ini adalah melakukan koordinasi pengelolaan plasma nutfah secara efisien dan efektif di masing-masing daerah.

Pola agroekosistem tradisional Indonesia telah terbukti berperan baik dalam mengembangkan dan melestarikan plasma nutfah khususnya keragaman genetik tanaman pertanian. Hal ini telah dilakukan melalui kegiatan sistem pengelolaan pertanian dan wanatani tradisional. Sistem tersebut dapat menjadi dasar yang kuat bagi pelestarian keanekaragaman hayati nasional. Namun perkembangan pembangunan pertanian telah menggeser nilai-nilai agroekosistem tersebut. Sebagai contoh aktivitas pertanian yang menggunakan input luar yang tinggi seperti pemupukan dan penggunaan pestisida, berpotensi mengganggu kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia. Kondisi ini harus diganti dengan aktivitas pertanian yang sedikit mungkin menggunakan bahan kimia, memperhatikan ekosistem lingkungan dan menjaga sumberdaya alam. Sistem pertanian ramah lingkungan adalah aktivitas pertanian yang secara ekologi sesuai, secara ekonomi menguntungkan, secara sosial diterima dan mampu menjaga kelestarian sumberdaya alam dan lingkungan (Susanto, 2002). Banyak jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama serangga. Pestisida nabati dilaporkan bersifat ramah lingkungan, karena: (1) *Biodegradable* atau mudah terurai di alam, sehingga diharapkan tidak meninggalkan residu di tanah maupun pada produk pertanian, (2) relatif aman terhadap organisme bukan sasaran termasuk musuh alami hama, sehingga dapat menjaga keseimbangan ekosistem dan menjaga biodiversitas organisme pada suatu ekosistem, (3) dapat dipadukan dengan komponen pengendalian hama lainnya, (4) dapat

memperlambat resistensi hama, dan (5) dapat menjamin ketahanan dan keberlanjutan usaha tani (Dadang dan Priyono, 2008).

Mengingat besarnya potensi sumberdaya genetik maka upaya pelestariannya sangat penting untuk dilakukan karena sumberdaya genetik tersebut sangat mudah mengalami erosi genetik yang mengakibatkan jumlah keragamannya semakin menurun. Erosi genetik yang cepat terhadap sumberdaya genetik tanaman di lahan rawa disebabkan (a) rusaknya habitat akibat alih fungsi hutan; (b) lambatnya daya regenerasi pada beberapa jenis tanaman terutama untuk jenis tumbuhan tahunan (*perennial crop*); (c) kurangnya perhatian terhadap upaya pelestarian antaralain melalui usaha budidaya tanaman obat terutama untuk jenis-jenis yang tergolong langka, dan (d) bertambahnya jumlah populasi manusia yang berdampak pada kerusakan lingkungan.

Keterpencilan dan aksesibilitas kawasan lahan rawa yang rendah, menyebabkan akses terhadap fasilitas medis menjadi terbatas. Terutama jika penyakit yang diderita warga terjadi pada malam hari di mana sulit memperoleh tenaga medis dan Puskesmas juga sudah tutup, maka pemanfaatan tanaman obat merupakan solusi yang sangat baik. Untuk itu perlu dilakukan gerakan pelestarian sumberdaya tanaman obat melalui (1) pelestarian secara *in situ* dengan memelihara suatu kawasan dimana tanaman obat tersebut tumbuh secara baik. Kawasan ini harus dipertahankan agar tidak dirambah untuk kepentingan lain, dan (2) pelestarian secara *ex situ*. Cara ini dilakukan melalui koleksi tanaman obat yang dapat dibudidayakan, baik dalam bentuk kebun desa, maupun dibudidayakan dalam halaman masyarakat.

Pelestarian dapat dilakukan di dalam kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam (*in situ*) berupa kebun koleksi plasma nutfah. Konservasi ini termasuk regenerasi buatan apabila penanaman dilakukan tanpa seleksi yang disengaja dan pada area yang sama. Selain itu pemberdayaan masyarakat melalui program taman obat desa dan keluarga dapat menjadi sarana pelestarian yang efektif dan bermanfaat. Masyarakat dapat dilibatkan secara aktif untuk membangun taman obat di tingkat desa dan ditingkat keluarga di pekarangan rumah. Taman obat desa ini akan menjadi sumber keanekaragaman hayati yang dapat digunakan masyarakat sebagai sumber pengobatan. Melalui kegiatan taman obat desa ini, masyarakat telah berperan aktif melestarikan sumber keragaman genetik tanaman Indonesia, meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan keluarga, dan menjaga kelestarian lingkungan. Selain itu taman obat desa ini dapat dikembangkan menjadi taman wisata ilmu dan menjadi sumber ilmu pengetahuan.

Pemanfaatan tanaman sebagai bahan kosmetika pada masa mendatang akan semakin berkembang akibat banyaknya fakta terjadinya “Disfungsi” kosmetika berbahan kimia yang banyak beredar di pasaran. Oleh karena itu penggalan potensi sumberdaya genetik baik jenis maupun manfaatnya perlu terus digalakkan, baik Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah. Pengembangan tanaman bahan kosmetik nantinya dapat menjadi sumber pendapatan bagi daerah bersangkutan. Oleh karena itu perlu dilakukan langkah-langkah konservasi terhadap kawasan yang mempunyai sumberdaya genetik melalui Peraturan Daerah agar pasokan bahan terjamin. Apabila tanaman tersebut sangat spesifik lingkungan tumbuhnya, maka sebaiknya di daerah tersebut dilakukan budidaya untuk memperbanyak bahan tanaman.

Langkah yang tidak kalah pentingnya adalah melakukan pembinaan terhadap masyarakat setempat, tidak saja untuk membudidayakan tanaman tersebut, tetapi juga melibatkan mereka dalam proses produksi. Misalnya mereka dilibatkan untuk menanam 10 batang atau 10 tanaman untuk setiap keluarga. Dengan langkah-langkah tersebut, suatu saat kita akan menemukan “Desa Kosmetik” atau “Desa anti jerawat”.

Produksi pestisida nabati yang kontinyu harus didukung oleh ketersediaan bahan tanaman. Langkah yang perlu dilakukan adalah pelestarian atau konservasi tanaman tersebut. Konservasi dapat dilakukan secara *in situ* dengan melakukan konservasi kawasan yang mempunyai daya dukung yang baik terhadap pertumbuhan tanaman. Perlindungan ini dapat dilakukan melalui Perda dan menjadi aset bagi daerah tersebut. Konservasi lain dilakukan dengan cara *ex situ* dengan melibatkan masyarakat setempat dalam skala keluarga, seperti kebun tanaman pestisida. Bahkan jika memungkinkan dibangun industri pestisida nabati di kawasan tersebut.

Pelestarian sumberdaya genetik lahan rawa dalam bentuk kebun koleksi maupun kawasan produksi tidak saja berfungsi untuk menggerakkan perekonomian daerah, tetapi juga menjadi wahana belajar bagi pelajar dan mahasiswa tentang potensi sumberdaya genetik dan tantangan untuk menggali potensi tersembunyi tanaman tersebut. Pelestarian ini juga mendukung terciptanya pertanian ramah lingkungan dan menciptakan insan-insan Indonesia yang sehat.

Penutup

Lahan rawa merupakan ekosistem yang menyimpan banyak potensi sumberdaya genetik yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung kesehatan, performa, dan pertanian ramah lingkungan. Dari hasil eksplorasi sumberdaya genetik di lahan rawa Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah, ditemukan 110 jenis tanaman, 70 jenis tanaman yang berpotensi sebagai bahan farmasi, 12 jenis tanaman berpotensi sebagai bahan kosmetik, dan 23 jenis tanaman yang berpotensi sebagai bahan pestisida nabati.

Masyarakat di kawasan rawa telah lama memanfaatkan tanaman tersebut untuk mengobati berbagai penyakit dengan memanfaatkan bagian tanaman seperti daun, akar, buah, umbi, bunga, kulit, biji, pelepah. Bagian tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan kosmetika adalah daun, batang, buah, kulit buah, kulit batang, akar daun, dan bunga. Sedangkan untuk bahan pestisida nabati, masyarakat di kawasan rawa biasanya memanfaatkan bagian tanaman berupa umbi, batang, kulit batang, daun dan getah. Pemanfaatan sumberdaya genetik lahan rawa dapat menghidupkan perekonomian kawasan dan mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan.

Sumberdaya genetik tanaman di lahan rawa Indonesia tergolong komoditas yang mengalami erosi genetik yang pesat. Produksi bahan farmasi, kosmetika dan pestisida nabati yang kontinyu harus didukung oleh ketersediaan bahan tanaman. Langkah yang perlu dilakukan adalah pelestarian atau konservasi tanaman tersebut secara *in situ* dengan melakukan konservasi kawasan yang mempunyai daya dukung yang baik terhadap pertumbuhan tanaman melalui Perda. Konservasi lain dilakukan dengan cara *ex-situ* dengan melibatkan masyarakat setempat dalam skala keluarga maupun desa dalam bentuk kebun desa.

Daftar Pustaka

- Andrew, P. 1992. The Bird of Indonesia – A Checklist (Peter's Sequence). Indonesian Ornithological Society. Jakarta.
- Asikin, S. dan M. Thamrin. 2006. Pengendalian hama serangga sayuran ramah lingkungan di lahan rawa pasang surut. *Dalam* Noor, M., I. Noor, dan S. S. Antarlina (Eds.). Sayuran di Lahan Rawa: Teknologi Budi Daya dan Peluang Agribisnis. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor. Hlm. 73-86.
- Balfas, R. 1994. Pengaruh ekstrak air dan etanol biji mimba terhadap mortalitas dan pertumbuhan ulat pemakan daun *handeuleum*,

- Doleschalia polibete*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Hlm. 203-207.
- Brown, K. and J. Arthur. 2001. Selenium, selenoproteins, and human health: A review. *Public Health Nutrition*, vol. 4 (2b), pp. 593-599.
- Burkill, J. H. 1935. A dictionary of economic products of the Malay Peninsula. Government of the Straits Settlement, Milbank, London S.W. 340 p.
- Campbell, F.L. and W.W. Sullivan. 1933 (dalam naskah hanya Campbell, sesuaikan). The relative toxicity of nicotine, methyl anabasine and lupinine for culicine mosquito larvae. *J. Con. Entomol.* 26(3):910-918.
- Davis. 2011. Intro To Env Engg (Sie), 4E. McGraw-Hill Education (India) Pvt Ltd. pp. 4-. ISBN 978-0-07-067117-1. Retrieved 28 June 2011. Wikipedia Indonesia (Diunduh tanggal 29 Mei 2017).
- Dadang dan Priyono, 2008. Insektisida nabati, prinsip, pemanfaatan dan pengembangannya. Departemen Proteksi Tanaman, IPB Bogor.
- Departemen Kehutanan. 2005. Statistik Kehutanan Indonesia Forestry Statistics of Indonesia 2007. Departemen Kehutanan. Jakarta. <http://www.dephut.go.id/informasi/statistik/2005/PKA.htm>. Diakses tanggal 03 April 2017
- EISAI. 1995. Medical Herbs Index in Indonesia. Jakarta. 453 hlm.
- Fakhrozi. 2009. Etnobotani Masyarakat Suku Melayu Tradisional Disekitar Taman Nasional Bukit Tigapuluh. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Fraga, C.G. 2005. Relevance, essentiality, and toxicity of trace elements in human health. *Mol Aspects Med.* 2005 Aug-Oct; 26 (4-5) : 235-44.
- Galingging, R. Y. 2007. Potensi plasma nutfah tanaman obat sebagai sumber biofarmaka di Kalimantan Tengah. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 10(1):76-83.
- Grainge, M., and S. Ahmed. 1987. Handbook of Plants with Pest Control Properties. John Wiley, New York. 470 p.
- Handari, A., Dewi, B., S., dan Darmawan, A. 2012. Keanekaragaman Jenis Burung Di Hutan Produksi Desa Gunung Sangkaran Kecamatan Blambangan Umpu Kabupaten Way Kanan. (Skripsi). Jurusan Kehutanan. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Jamaksari H., Pradma N., Zulfikri, Faid R., Abdul M., dan Tamnge F. 2009. Strategi Pengelolaan Kawasan Cagar Alam Rawa Danau Sebagai Habitat Burung Air. Bogor. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata. Diakses tanggal 14 Mei 2017.
- Jones, J.B., B. Wolf, and H.A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing Inc.
- Kartasapoetra. 1992. Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat: Kunyit (Kunir), PT. Rineka Cipta, Jakarta. 60 Hlm

- Larson, T. B. 2001. Biodiversity evaluation tools for European forests. Wiley-Blackwell. 176 p.
- Mudjiono, A., Suyanto, dan W. Prihayana. 1994. Kemampuan insektisida nabati, mikroba dan kimia sintetis terhadap ulat *Plutella xylostella*. Dalam Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Hlm.86-90.
- Natarino, A., Dewi, B. S. dan Nurcahyaningih, N. 2010. *Studi Keanekaragaman Jenis Burung Sebagai Pengembangan Potensi Wisata Birdwatching Di Wilayah Kelola Shk Lestari Tahura Wan Abdul Rahman*. (Skripsi). Jurusan Kehutanan. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Narisa, C. 2010. *Konsep Keanekaragaman Hayati*. <http://www.scribd.com/doc/9680540/Konsep-Keanekaragaman-Hayati>. Diakses 14 Mei 2017.
- Nirarita, C., E., Wibowo., dan Padmawinata. 1996. Ekosistem Lahan Basah Indonesia: Buku Panduan Untuk Guru dan Praktisi Pendidikan. Asian Wetlands Bureau. Bogor.
- Prakash, A., and J. Rao. 1977. Botanical Pesticides in Agriculture. Lewis Publ., Boca Raton.
- Permenkes, 1998. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 445/MenKes/Permenkes/1998 Tentang Bahan, Zat Warna, Substratum, Zat Pengawet dan Tabir Surya pada Kosmetika.
- Permentan, 2007. Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 01/Permentan/OT.140/1/2007 Tentang Daftar Bahan Aktif Pestisida yang Dilarang dan Pestisida Terbatas.
- Sastrodiharjo, S., I. Achmad., T. Kusumaningtyas dan S. Manaf. 1992. Penggunaan produk alam dalam pengendalian hama terpadu. PAU. Ilmu Hayati ITB. 29p.
- Setyowati, F. M. 2010. Etnofarmakologi dan pemakaian tanaman obat Suku Dayak Tunjung di Kalimantan Timur. *Media Litbang Kesehatan* 20(3):104-112.
- Setiawan, H. dan M. Qiptiyah, 2014. Kajian Etnobotani Masyarakat Adat Suku Moronene Di Taman Nasional Rawa Aopawatumohai. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol. 3 No.2, Juni 2014: 107 – 117
- Sibuea T. H. 1997. Konservasi Burung Air dan Lahan Basah di Indonesia. Seminar Nasional Pelestarian Burung dan Ekosistemnya dalam Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. Bogor. Pusat Antar Universitas, IPB.
- Susanto, R. 2002. Penerapan pertanian organik pemsayarakatan dan pengembangan. Kanisius. Yogyakarta.
- Supriono. 1997. Tumbuhan Obat Indonesia: Penggunaan dan khasiatnya. Jakarta: Pustaka Populer Obor.
- Soenandar, M dan R.H. Tjachjono, 2012. Membuat pestisida organik. PT. AgroMedia Pustaka, Jakarta.

- Superani, R., Hubeis M, Purwanto, dan B. 2008. Prospek pengembangan obat tradisional perusahaan farmasi skala kecil menengah (Kasus PT Molex Ayus Pharmaceutical). *Jurnal MPI* 3(2):84-98.
- Thamrin, M., S. Asikin, Mukhlis, dan A. Budiman. 2007. Potensi ekstrak flora lahan rawa sebagai pestisida nabati. Hlm. 23-31. *Dalam* Supriyo, A., M. Noor, I. Ar-Riza, dan D. Nazemi (Eds.). Monograf: Keanekaragaman Flora dan Buah-buahan Eksotik Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Thamrin, M., S. Asikin Dan M. Najib. 2015. Formulasi Insektisida Berbahan Tumbuhan Untuk Mengendalikan Hama Serangga. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitaian Pertanian Lahan Rawa.
- Tranggono, R. I dan F. Latifah. 2007. Buku Pegangan Ilmu Pengetahuan Kosmetik. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 223 hlm.
- UU RI No. 5 Tahun 1994. Tentang Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Keanekaragaman Hayati.
- Utama, M. T. dan Dewi, B. S., 2011. Keanekaragaman Jenis Burung di Hutan Mangrove Desa Sungai Burung, Kecamatan Dente Teladas, Kabupaten Tulang Bawang. (Skripsi). Jurusan Manajemen Hutan. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Yusron, M. Subowo, M. Januwati. 2009. Produksi Dan Kandungan Selenium Beberapa Galur Tanaman Temu-Temuan di Lahan Pasang Surut, Sumatera Selatan. *Bul. Littro*. Vol. 20 No. 1, 2009. Hlm. 21-30.

PERSPEKTIF LAHAN RAWA DALAM MENDUKUNG LUMBUNG PANGAN DUNIA

Herman Subagio dan Muhammad Noor

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra)

Jl. Kebun Karet Lokatbata. Banjarbaru 70712

Telp/HP. 0511 4772534; 0819 510 3359

Email: m_noor_balittra@yahoo.co.id

Ringkasan

Optimalisasi pemanfaatan lahan rawa dapat mendorong produksi beras nasional. Lahan rawa yang telah direklamasi 2.440.789 ha, yang berfungsi sebagai sawah tercatat sekitar 830.439 ha berupa rawa pasang surut dan 351.325 ha rawa lebak; selebihnya untuk kebun, tambak, pemukiman, jalan dan sebagainya. Peran masyarakat setempat cukup besar sekitar 1.400.713 ha (48,57%) lahan rawa pasang surut dan 578.045 ha (60%) lahan rawa lebak telah dimanfaatkan secara swadaya sebagai sawah penghasil padi dapat menyumbang sekitar 4,9-5,9 juta t GKG/tahun. Namun demikian, hampir 90% lahan rawa masih berada pada IP 100 atau hanya sekitar 10% yang berhasil IP 200. Hal ini karena terkendala berbagai aspek, khususnya sosial ekonomi dan budaya lokal yang masih kuat yang memerlukan penanganan khusus. Masalah budaya merupakan kendala yang tidak mudah diatasi karena terkait dengan kebiasaan dan kepemilikan lahan misalnya para pemilik lahan cenderung memilih varietas lokal yang harganya lebih tinggi daripada varietas unggul, mudah memasarkan dan masukan (input) tidak setinggi varietas lokal. Sementara pada petani penggarap sangat tergantung pada kehendak para pemilik lahan. Dalam hal ini, maka anjuran untuk penerapan IP 200 atau IP 300 sangat sulit tanpa adanya kebijakan (hukum) yang mengharuskan kepada petani untuk bersedia menerima introduksi pola IP 200 atau IP 300. Beberapa hasil penelitian dan pengamatan para pakar bahwa pengembangan lahan rawa sebagai daerah penghasil pangan sudah terbukti, hanya saja memerlukan pilar-pilar penunjang dan pendorong diantaranya 5 (lima) pilar utama, yaitu: (1) tentang status lahan, (2) sumber daya manusia, (3) infrastuktur, (4) kelembagaan, dan (5) deregulasi. Seiring program pemerintah untuk menjadikan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia, maka berdasarkan kajian potensi dan kemampuan dari berbagai aspek yang telah ditingkatkan antara lain (1) perbaikan intensifikasi dan ekstensifikasi; (2) perbaikan mutu dan efisiensi melalui inovasi teknologi mekanisasi hulu-hilir, sumber daya manusia, dan kelembagaan; (3) perbaikan dan stabilitas harga melalui perbaikan rantai niaga/pasokan, sistem informasi, stok penyangga, keperluan domestik/logistik; (4) ekspor dan keberlanjutan melalui jalinan jaringan internasional, standar mutu, intelegen pasar (market

intelektual), diplomasi/promosi; dan (5) sistem pendukung melalui perbaikan infrastruktur, regulasi/kebijakan, dan investasi.

Pendahuluan

Indonesia mencapai swasembada pangan (baca: beras) pertama kali pada tahun 1984, awalnya merupakan gerakan massal penyuluhan dalam memacu intensifikasi yang disebut “Panca Usaha”. Gerakan massal ini awalnya adalah kegiatan praktek lapang penyuluhan oleh mahasiswa fakultas pertanian IPB kemudian disempurnakan menjadi gerakan nasional yang disebut Program Bimas (Bimbingan Masal) tahun 1965-1966, berubah nama menjadi Program Inmas (Intensifikasi Massal) pada tahun 1970an, Program Insus (Intensifikasi Khusus) dan Supra Insus pada tahun 1980an hingga akhirnya dicapainya swasembada pangan tahun 1984 dengan produksi 38,14 juta ton gabah (setara dengan 22,44 juta ton beras) dengan produktivitas rata-rata 2,66 t gabah/ha. Keberhasilan swasembada beras di atas juga tidak lepas dari program ekstensifikasi pertanian berupa perluasan areal ke pulau Kalimantan, Sumatera dan Papua, khususnya pembukaan lahan rawa sekitar 900 ribu hektar pada tahun 1979-1994 dari target semula 5,25 juta hektar dengan penempatan transmigrasi sekitar 2 juta Kepala Keluarga.

Namun sejak tahun 1989, Indonesia kembali menjadi pengimpor yang cukup besar. Impor yang sangat besar pada kurun tahun 1995-1998 dengan rata-rata 2,0 juta ton beras dan puncaknya pada tahun 2002 mencapai 5,8 juta ton. Namun kembali mencapai swasembada pada tahun 2008 dengan semakin intensifnya penggunaan varietas unggul dan teknologi budidaya hingga mencapai produksi sekitar 60,32 juta ton dengan produktivitas rata-rata 4,89 t gabah/ha.

Pada era Bimas-Insus (1970-1979) produktivitas rata-rata hanya 2,2 t GKG/ha; tahun 1980-1985 meningkat menjadi 3,7 t/ha; tahun 1991-1995 menjadi 4,14 t/ha; tahun 1996-2000 menjadi 4,39 t/ha, tahun 2001-2005 meningkat tipis menjadi 4,50 t/ha. Hanya saja peningkatan produksi di atas dikalahkan oleh meningkatnya konsumsi akibat pertambahan penduduk yang masih tinggi dan pergeseran pola pangan dari yang biasa sagu, jagung, ubi menjadi beras yang semakin tinggi. Penurunan jumlah penduduk melalui Keluarga Berencana dan program diversifikasi pangan belum menunjukkan hasil yang baik. Peningkatan produksi juga mengalami “tekanan” karena konversi lahan yang tinggi, kehilangan hasil akibat hama dan penyakit tanaman, dan kesenjangan hasil yang masih tinggi. Selain itu, “semangat”

peningkatan produksi juga terkendala dengan harga dan pasar yang belum memberikan keuntungan memadai kepada petani karena masih tingginya harga sarana produksi seperti pupuk, obat-obatan, benih serta upah tenaga kerja yang harus ditanggung petani.

Beban penduduk yang semakin tinggi (laju pertumbuhan mencapai 1,24% atau 300.000 jiwa/tahun) dan konversi lahan pangan, khususnya sawah (60-100 ribu ha/tahun), maka Indonesia dihadapkan pada krisis pangan dalam sepuluh tahun ke depan apabila tanpa terobosan peningkatan produktivitas. Menurut prediksi, pada tahun 2020 terjadi kekurangan beras sebanyak 1,09 juta ton dan meningkat mencapai 12,25 juta ton pada tahun 2045 sehingga dibutuhkan produksi sekitar 46,79 juta ton beras. Apabila target swasembada pangan ingin dicapai pada sepuluh tahun ke depan hingga 2045, maka diperlukan luas baku lahan sawah 10,72 juta hektar dengan asumsi produktivitas padi sawah pada 5 t/ha GKG dan indeks pertanaman (IP) padi 160% (Kementan, 2016).

Seiring dengan kondisi di atas pemerintah telah mencanangkan dalam program 2016-2045 Indonesia menjadi lumbung pangan dunia. Sasaran yang ingin dicapai sebagai sasaran awal adalah dicapainya swasembada masing-masing padi, bawang merah dan cabai tahun 2016, jagung 2017, gula konsumsi 2019, kedelai 2020, gula industri 2025, daging sapi 2026, bawang putih 2033. Apabila telah tercapai swasembada maka selanjutnya ditargetkan untuk ekspor masing-masing komoditas padi (beras) tahun 2017, bawang merah dan cabai 2020, jagung 2025, gula 2035, kedelai 2040, daging sapi 2041, dan bawang putih 2041. Diharapkan tercapainya lumbung pangan dunia pada tahun 2045 (Kementan, 2016).

Tulisan ini mengemukakan tentang potensi dan prospek lahan rawa dalam mendukung program menjadikan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia. Uraian secara rinci mengemukakan tentang potensi luas, produktivitas, dan produksi pangan (beras) di lahan rawa, pengembangan lahan rawa untuk produksi pangan dan lahan rawa sebagai lumbung pangan masa depan.

Potensi, Produktivitas dan Produksi Lahan Rawa

Luas daratan Indonesia meliputi lima pulau besar Jawa-Madura-Bali, Kalimantan, Sumatera, Sulawesi dan Papua menunjukkan keragaman baik iklim, tanah, air, dan lingkungannya, sehingga memerlukan sistem pengelolaan yang berbeda. Sumber daya lahan Indonesia meliputi lahan kering berupa dataran

tinggi seluas 148,9 juta hektar dan lahan basah berupa dataran rendah (sawah dan rawa) sekitar 39,3 juta hektar dari luas total daratan sekitar 188,2 juta hektar. Lahan rawa yang merupakan bagian dari lahan basah mempunyai luas sekitar 33,3 juta hektar, terdiri atas lahan rawa pasang surut sekitar 8,19 juta hektar, rawa lebak sekitar 11,61 juta hektar, dan rawa gambut sekitar 14,92 juta hektar. Rawa gambut pada dasarnya sebagian merupakan ekosistem lebak dan sebagian lagi rawa pasang surut dan pantai (BBSDLP, 2014). Agroekosistem rawa sangat potensial sebagai wadah produksi pangan secara berkelanjutan. Agroekosistem rawa terkait dengan pengembangan pertanian mempunyai beberapa keunggulan, baik berupa kekuatan dan peluang, juga kelemahan dan ancaman, tetapi berdasarkan faktor strategis baik internal maupun eksternal mempunyai nilai positif (Subagio *et al.*, 2015).

Namun dari luas lahan di atas yang digunakan untuk pertanian secara keseluruhan tidak lebih dari 10 juta hektar, diantaranya sebagai sawah irigasi, sawah tadah hujan, sawah pasang surut dan sawah lebak baru sekitar 7,74 juta hektar (Balittra, 2011). Hasil analisis kesesuaian lahan dari Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) menunjukkan dari lahan basah terdapat potensi sawah sekitar 23,26 juta hektar dan dari lahan kering dataran tinggi terdapat sekitar 1,3 juta. Jadi apabila ketersediaan lahan yang sesuai untuk sawah sekitar 24,56 juta hektar dikurangi yang sudah ada 7,74 juta hektar, maka terdapat potensi sawah sekitar 16,8 juta hektar. Sebaran potensi sawah tersebut diatas diantaranya 8,04 juta hektar di Papua dan Maluku–paling luas; menyusul 3,94 juta hektar tersebar di Sumatera; 2,0 juta hektar di Kalimantan; 1,48 juta hektar di Sulawesi dan 1,27 juta hektar di Jawa-Bali (BBSDLP, 2014).

Sejalan dengan upaya peningkatan produksi pangan di atas pada kesempatan dialog dengan Direktur Irigasi dan Rawa, Ditjen Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) tanggal 9 Desember 2016 menyatakan bahwa peningkatan sistem irigasi dan rawa diarahkan utamanya pada daerah yang sudah dibangun jaringan infrastrukturnya masing-masing berupa optimalisasi bagi daerah yang belum optimal jaringan irigasi dan tata airnya dengan pembangunan tambahan, peningkatan intensifikasi bagi daerah yang masih indeks pertanaman (IP) hanya 100 atau 1 kali sekali setahun untuk menjadi IP 200 atau IP 300 melalui perbaikan saluran atau pintu air, dan peningkatan produktivitas bagi yang masih berada pada provitas < 3 t/ha untuk mencapai 6 t/ha atau lebih melalui perbaikan teknologi budidaya dan pengelolaan lahan dan airnya. Strategi yang ditempuh diatas pada dasarnya tidak berbeda jauh

dengan yang digagas Kementerian Pertanian (Kementan). Pemerintah, dalam hal ini Kementan dan Kemen-PUTR merencanakan pengembangan atau optimalisasi lahan rawa seluas 2.000 hektar pada tahun 2017.

Kementan dalam strategi pencapaian menuju lumbung pangan dunia tersebut di atas menggariskan rencana melalui: (1) perbaikan infrastruktur jaringan irigasi di tingkat mikro; (2) perbaikan sistem budidaya dan pengelolaan lahan melalui penyediaan benih berkualitas, pupuk, obat-obatan untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman, dan penyediaan alsintan yang cukup; (3) perbaikan regulasi antara lain penetapan harga gabah dan pengaturan pembelian apabila produksi berlebih; (4) penguatan kelembagaan pendukung seperti penyuluhan, permodalan, tata niaga (bulog), dan asuransi; dan (5) penguatan sikap dan mentalitet petani melalui kelembagaan petani seperti gapoktan, P3A, penanganan bencana, dan lain sebagainya. Masing-masing komoditas mempunyai peta jalan (*road map*) untuk mendukung kebijakan rencana strategis di atas yang sekarang sedang disusun.

Potensi luas lahan rawa

Dalam konteks lahan rawa – potensi luas yang dapat digunakan – untuk tanaman pangan cukup besar antara 8-12 juta hektar dari luas lahan rawa seluruhnya 33,43 juta hektar, yang terbagi atas rawa pasang surut sekitar 20,15 juta hektar dan rawa lebak sekitar 13,28 juta hektar (Noor, 2004). Menurut Direktorat Rawa dan Pantai (2006) luas lahan rawa potensial yang sudah dibuka atau direklamasi mencapai 3.767.571 ha, diantaranya rawa pasang surut seluas 2.883.814 ha dan rawa lebak seluas 962.757 ha (Tabel 1 dan 2). Pada lahan yang telah direklamasi tersedia yang belum dimanfaatkan sekitar 1.335.782 ha (35,45%). Sementara masih tersedia lahan rawa potensial yang belum direklamasi seluas 7.075.794 ha.

Optimalisasi pemanfaatan lahan rawa dapat mendorong produksi beras nasional. Dari luas lahan rawa yang telah direklamasi yang dimanfaatkan baru mencapai 2.440.789 ha, masing-masing menjadi sawah tercatat sekitar 830.439 ha rawa pasang surut dan 351.325 ha rawa lebak; kebun sekitar 357.662 ha rawa pasang surut dan 141.256 ha rawa lebak; tambak 437.035 ha rawa pasang surut dan 4.297 ha rawa lebak; dan lainnya untuk pemukiman, jalan dan sebagainya seluas 242.446 ha dari rawa pasang surut dan 78.399 ha dari rawa lebak. Peran masyarakat setempat cukup besar dalam pembukaan lahan rawa secara swadaya baik di rawa pasang surut yang mencapai 1.400.713 ha (48,57%) maupun rawa lebak yang mencapai

578.045 ha (60%). Apabila ditaksir produktivitas 2,5-3,0 t GKG/ha, maka lahan rawa telah menyumbang sekitar 4,9-5,9 juta t GKG/tahun.

Tabel 1. Luas rawa pasang surut yang sudah dan belum dimanfaatkan, tahun 2006

Pulau	Pemanfaatan					Belum Manfaat	Jumlah (ha)
	Sawah	Kebun	Tambak	Lainnya	Jumlah		
Kalimantan	333.601	39.879	33.361	85.004	491.845	562.363	1.054.208
Sumatera	485.679	317.533	168.744	142.520	1.114.476	323.871	1.438.347
Sulawesi	2.504	250	138.281	14.922	155.957	27.670	183.627
Papua	8.655	-	-	-	8.655	-	8.655
Jawa	-	-	96.649	-	96.649	54.328	150.977
Jumlah	830.439	357.662	437.035	242.446	1.867.382	968.232	2.835.814

Sumber: Haryono (2013)

Tabel 2. Luas rawa lebak potensial yang sudah dan belum dimanfaatkan, tahun 2006

Pulau	Pemanfaatan					Belum Manfaat	Jumlah (ha)
	Sawah	Kebun	Tambak	Lainnya	Jumlah		
Kalimantan	115.343	34.332	-	22.782	172.457	240.420	412.887
Sumatera	176.852	105.024	4.297	47.799	333.972	124.810	457.782
Sulawesi	20.818	1.900	-	6.788	29.506	19.610	49.116
Papua	1.320	-	-	1.030	2.350	2.710	5.060
Jawa	36.992	-	-	-	36.992	-	36.992
Jumlah	351.325	141.256	4.297	78.399	575.277	387.550	962.827

Sumber: Haryono (2013)

Produktivitas lahan rawa

Produktivitas lahan rawa sangat beragam, selain tergantung pada tipologi rawa, tipe luapan atau tipe lebak, jenis tanah, dan masukan (input) termasuk varietas dan pola tanam. Pada lahan sulfat dicapai hasil padi 1,5-2,0 t GKG/ha, karena umumnya masih dengan pengelolaan lahan bersifat tradisional yang diusahakan sekali setahun dengan menggunakan sistem tanam pindah, varietas lokal, pupuk terbatas. Namun produktivitas tersebut masih dapat ditingkatkan sesuai hasil penelitian yang menunjukkan produktivitas padi unggul di lahan sulfat masam dengan input dan pengelolaan yang baik dapat

mencapai 4,80-6,61 t GKG/ha (Nursyamsi *et al.*, 2014a). Selain peluang untuk peningkatan produktivitas, di beberapa lokasi intensitas pertanaman (IP) juga berpeluang ditingkatkan. Peningkatan intensitas tanam menjadi dua atau tiga kali setahun (IP 200-300) memerlukan dukungan antara lain (1) revitalisasi jaringan tata air makro (2) jaringan tata air mikro pada hamparan persawahan yang baik, (3) varietas yang adaptif dan berumur genjah, (4) alat dan mesin pertanian, dan (5) pupuk dan pestisida. Di lahan rawa lebak, produktivitas padi rintang yang ditanam musim kemarau antara 3,25-3,90 t/ha umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan padi surung yang ditanam musim hujan berkisar 2,5-3,0 t/ha yang sangat tergantung pada kondisi lahan (termasuk cekaman lingkungan) dan pemeliharaannya (Nursyamsi *et al.*, 2014b). Produktivitas padi di lahan gambut sangat beragam, misalnya padi lokal antara 2,0-3,0 t GKG/ha dan padi varietas unggul antara 3,5-5,5 t GKG/ha. Hasil penelitian menunjukkan produktivitas padi di lahan gambut dapat mencapai 5-7 t GKG/ha (Balittra, 2011).

Tanaman pangan lainnya berupa palawija seperti jagung dan kacang-kacangan banyak diusahakan di lahan gambut, khususnya tipe luapan C. Komoditas jagung bisa ditanam secara monokultur atau polikultur bersama padi menggunakan sistem surjan. Potensi lahan gambut untuk tanaman palawija cukup baik, misalnya jagung mencapai 2,0-2,5 t pipilan kering/ha dan kedelai 2,0-2,3 t biji kering/ha, kacang hijau 2,5 t biji kering/ha, dan kacang tanah 3,0 t biji kering/ha (Balittra, 2011; Nursyamsi *et al.*, 2014c).

Dalam rangka memajukan lahan rawa dan mendorong produksi padi nasional berturut-turut Menteri Pertanian melakukan panen raya pada tanggal 10 dan 11 Agustus 2015 di lahan rawa pasang surut yaitu Desa Karang Buah dan Terusan Mulya. Hasil panen Desa Karang Buah, Kecamatan Belawang, Kabupaten Barito Kuala, Kalsel menghasilkan ubinan sebesar 4,5 t GKG/ha untuk varietas Margasari dan 6,7 t GKG/ha untuk varietas Inpara 2, sedangkan di Desa Terusan Mulya, Kecamatan Bataguh, Kabupaten Kapuas, Kalteng menghasilkan 7,5 t GKG/ha varietas padi hibrida Sembada. Pada tanggal 2 Oktober 2015, ditengah terik kemarau dan kabut asap, Menteri Pertanian melakukan panen raya di lahan rawa lebak, Polder Alabio, Desa Hambuku Hulu, kecamatan Sungai Padang, Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kalsel menghasilkan ubinan 6,48 t GKG/ha varietas Mekongga (Subagio *et al.*, 2015).

Tabel 3 menunjukkan tingkat produktivitas lahan rawa dari berbagai lokasi, tipologi lahan dan masukan atau budidaya yang diterapkan. Namun demikian hampir 90% lahan rawa masih berada pada IP 100 atau hanya

sekitar 10% yang berhasil IP 200. Hal ini karena terkendala berbagai aspek, khususnya sosial ekonomi, dan budaya lokal yang masih kuat sehingga memerlukan penanganan khusus. Masalah budaya merupakan kendala yang tidak mudah diatasi karena terkait dengan kebiasaan dan kepemilikan lahan—misalnya para pemilik lahan cenderung memilih varietas lokal yang harganya lebih tinggi daripada varietas unggul, mudah memasarkan dan masukan (input) tidak setinggi varietas lokal. Sementara pada petani penggarap sangat tergantung pada kehendak para pemilik lahan. Dalam hal ini, maka anjuran untuk penerapan IP 200 atau IP 300 sangat sulit tanpa adanya kebijakan (hukum) yang mengharuskan kepada petani untuk bersedia menerima introduksi pola IP 200 atau IP 300. Selang produktivitas baik di lahan rawa pasang surut, lahan rawa lebak maupun lahan gambut masih cukup lebar. Hal ini selain karena faktor tanah, air, dan teknologi yang diterapkan menunjukkan sangat beragam.

Tabel 3. Tingkat produktivitas padi berdasarkan tipologi dan wilayah

Pulau	Tipologi Lahan Rawa (ha)		
	Rawa Pasang Surut ^{1),2)}	Rawa Lebak ^{2), 3)}	Rawa Gambut ⁴⁾
Kalimantan	4,5-7,5	3,9-6,5	5,0-7,0
Sumatera	4,0-7,0	3,9-5,0	3,4-6,0

Sumber: ¹⁾Subagio *et al* (2015); ²⁾Nursyamsi (2014b; 2014c); ³⁾Mulyatri *et al.* (2006); ⁴⁾Balittra (2011)

Produksi dan kontribusi terhadap pangsa produksi nasional

Berdasarkan kompilasi data dan peta-peta tahun 2014 dengan menggunakan parameter kecukupan air, kandungan pirit dan ketebalan gambut, diketahui bahwa sekitar 11,52 juta ha (38,04%) lahan rawa merupakan lahan potensial untuk pertanian baik pada lahan APL maupun pada kawasan hutan. Sedangkan sisanya sekitar $\pm 18,77$ juta ha tidak potensial untuk pertanian yang sebagian besar terdapat di kawasan hutan. Lahan rawa potensial terluas terdapat di Pulau Sumatera seluas 3,45 juta ha, disusul Kalimantan sekitar 5,66 juta ha, Papua 1,08 juta ha, Sulawesi 0,69 juta ha, dan Jawa 0,63 juta (BBSDL, 2014). Dari data luas lahan potensial tersebut, maka lahan rawa mempunyai peluang untuk dikembangkan sebagai lahan sawah, namun perlu dukungan dengan aspek kebijakan pemerintah, dukungan teknologi, dan dukungan infrastruktur mendukung aksesibilitas wilayah.

Seiring dengan perkembangan pengetahuan dan inovasi teknologi budidaya dan pengelolaan lahan (termasuk mekanisasi), intensitas pertanian sebagian dari lahan rawa yang telah direklamasi dapat dinaikan dari IP 100 menjadi IP 200. Tambahan hasil produksi dengan memperhatikan peluang dan kendalanya dari sekitar 1 juta hektar lahan rawa dapat diperoleh sekitar 2,28 juta ton (Tabel 4). Peningkatan produksi dapat juga diperoleh dari pengembangan lahan rawa terlantar sekitar 680 ribu hektar yang dibuka atau cetak dapat diperoleh produksi sekitar 1,23 juta ton gabah (Tabel 5).

Tabel 4. Proyeksi tambahan produksi lahan rawa melalui peningkatan intensitas tanam (dari IP 100 menjadi IP 200)

Tipologi Lahan	Provinsi	Lahan yang direklamasi (ha)	Target luas optimalisasi (ha)	Tambahan produksi (ton/thn)*)
Lahan Pasang Surut	1. Sumsel	362.749	150.000	600.000
	2. Kalsel	149.254	100.000	400.000
	3. Kalbar	59.755	40.000	160.000
	4. Kalteng	112.808	100.000	400.000
	5. Riau	19.789	10.000	40.000
	6. Papua	-	20.000	80.000
Lahan Lebak	1. Sumsel	95.059	50.000	200.000
	2. Kalsel	55.764	40.000	160.000
	3. Kaltim	33.707	30.000	120.000
	4. Sulteng	34.832	20.000	80.000
	5. Lampung	13.295	10.000	40.000
Total		937.012	570.000	2.280.000

*) Sasaran produktivitas 4 t,0 t GKG/ha

Sumber: Haryono (2013)

Tabel 5. Proyeksi tambahan produksi lahan rawa melalui pemanfaatan lahan rawa terlantar

Tipologi Lahan	Provinsi	Lahan yang Direklamasi (ha)	Target Luas Optimalisasi (ha)	Tambahan produksi (ton/thn)*)
Lahan Pasang SurutTerlantar	1. Riau	61,079	50.000	150.000
	2. Sumsel	70.529	40.000	120.000
	3. Kalsel	31.320	25.000	75.000
	4. Kalbar	79.545	20.000	60.000
	5. Kalteng	74.387	50.000	150.000
	6. Jambi	79.093	50.000	150.000
	7. Papua	-	20.000	60.000
Lahan Lebak Terlantar	1. Sumsel	28.359	15.000	45.000
	2. Kaltim	140.49	40.000	120.000
	3. Kalteng	-	25.000	75.000
	4. Sulbar	80.210	20.000	60.000
	5. Jambi	25.614	15.000	45.000
	6. Lampung	9.705	10.000	30.000
	7. Papua	-	30.000	90.000
Total		680.300	410.000	1.230.000

*) Sasaran produktivitas 3,0 t GKG/ha

Sumber: Haryono (2013)

Pengembangan Lahan Rawa untuk Pangan

Pengembangan rawa dapat diruntut dari abad ke 13 Masehi era Kerajaan Majapahit. Raja Prabu Jaya sebagai keturunan Raja Brawijaya dari Kerajaan Majapahit pada zamannya dicatat telah mengadakan ekspansi dengan pembukaan lahan rawa untuk pemukiman dan pertanian di daerah aliran Sungai Pawan, Kalimantan Barat. Kemudian dilanjutkan oleh pemerintah Belanda yang tercatat dari tahun 1920an telah melakukan kolonisasi (sekarang disebut dengan transmigrasi) dengan menempatkan orang-orang Jawa di rawa-rawa Kalimantan tepatnya daerah Tamban (1936) dan Serapat serta pembukaan jalan sepanjang 40 km dari Banjarmasin-Martapura, yaitu daerah rawa Aluh-aluh, Kurau, Gambut (1920). Waktu itu orang-orang Jawa dipaksa untuk membuka lahan rawa secara konvensional dan menanaminya dengan tanaman kelapa dan karet. Daerah Tamban dikenal sebagai sentra produksi kelapa di Kalimantan Selatan, sedangkan daerah Serapat, Aluh-aluh, dan Gambut menjadi sentra produksi padi. Daerah Serapat yang dulunya merupakan daerah karet sejak tahun 1920an mengalami kebakaran hebat

(*El-Nino*) sehingga beralih menjadi sawah yang juga dikenal sebagai sentra produksi padi.

Pembukaan rawa pertama secara terencana dan massal di Indonesia digagas oleh Ir. Pangeran Mohammad Noor yang menjabat sebagai Menteri Pekerjaan Umum dan Tenaga (1956-1958) yang disebut dengan Proyek *Dredge, Drain and Reclamation*, yaitu menghubungkan dua sungai besar dengan membangun kanal sehingga akses ke lahan rawa dapat mudah dilakukan. Gagasan ini pada awalnya direncanakan meliputi pembuatan kanal (anjir) antara Banjarmasin-Pontianak (760 km) dan Palembang-Tanjung Balai (850 km). Pemerintah dalam bidang pertanian telah mencanangkan *Rice Project*, yaitu *Rencana Tiga Tahun Produksi Padi* untuk mencapai swasembada pangan tahun 1958. Namun karena kondisi politik yang kurang menguntungkan, rencana di atas gagal. Rencana pembangunan anjir tidak terlaksana keseluruhan, hanya beberapa anjir (kanal) yang dibangun antara lain menghubungkan Sungai Barito (Kalimantan Selatan) dengan Kapuas Murung (Kalimantan Tengah) yaitu meliputi Anjir Serapat (28,5 km), Anjir Tamban (25,3 km), dan Anjir Talaran (26 km); antara Sungai Kahayan dengan Sungai Kapuas Murung (Kalimantan Tengah) yaitu Anjir Basarang (24,5 km), Anjir Kelampayan (20 km), dan beberapa anjir lainnya di Sumatera dan Kalimantan Barat. Dengan dibangunnya anjir tersebut daerah rawa berkembang dengan tambahan dibuatnya *handil-handil*, *tatah* atau parit yang menjorok dari anjir ke pedalaman tegak lurus di kanan kiri sepanjang anjir oleh masyarakat setempat, termasuk juga dibuat sepanjang aliran sungai-sungai maka wilayah rawa memungkinkan untuk dikembangkan lebih luas. Pada era ini wilayah rawa yang berkembang hanya di sekitar sepanjang anjir menjorok masuk 2-3 km sebatas kemampuan masyarakat membuat handil masuk ke dalam. Namun handil-handil yang dibuat masyarakat sekarang telah bertambah panjang mencapai 5-10 km masuk dari muara anjir.

Pada masa yang bersamaan Prof. Dr. Schopphuys (1952) mulai merencanakan pembangunan polder di daerah lebak Alabio, pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Negara - Anak Sungai Barito, Kalimantan Selatan seluas 6.500-7.000 hektar dan polder daerah pasang surut Mentaren, tepian Sungai Kahayan, Kalimantan Tengah seluas 3.000 hektar dan beberapa polder lainnya di Sumatera. Pembangunan polder, khususnya polder Alabio tersebut di atas menghadapi banyak kendala selain fisik juga masyarakat yang menjebol tanggul hingga sampai tahun 1972 dilakukan pemberhentian pembiayaan. Kemudian sejak tahun 2010 pembangunan polder Alabio tersebut dilanjutkan

lagi dengan perbaikan dan penambahan bangun air dan saluran-saluran serta rumah pompa. Dalam kesempatan panen raya padi di Desa Hambuku Hulu pada tanggal 2 Oktober 2015, Menteri Pertanian menyatakan pembangunan Polder Alabio perlu diteruskan yang akan disediakan dana sebesar Rp. 50 Milyar pada tahun 2016.

Selanjutnya, seiring dengan kondisi pangan yang sangat memprihatinkan pada dekade 1970, impor beras cukup besar –sekitar 2 juta ton beras menguras devisa Negara. Oleh karena itu, pemerintah pada masa itu, berupaya segera meningkatkan produksi pangannya melalui pembukaan lahan rawa yang direncanakan sekitar 5,25 juta ha untuk sekaligus mendukung program transmigrasi dalam waktu 15 tahun. Disusunlah Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut (P4S) di bawah koordinasi Menteri Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik yang dijabat oleh Prof. Dr. Ir. Sutami untuk pembukaan lahan rawa di Kalimantan dan Sumatera umumnya. Melalui proyek P4S ini telah berhasil dibuka sekitar 1,24 juta hektar lahan rawa yang terdiri atas 29 skim jaringan tata air dengan sistem garpu (UPT) di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah dan 22 skim jaringan tata air dengan sistem sisir (UPT) di Sumatera dan Kalimantan Barat. Beberapa daerah rawa yang telah dibangun di atas telah berkembang menjadi kota-kota kabupaten, kecamatan bahkan kota provinsi yang menjadi sentra produksi pertanian dan pusat-pusat pertumbuhan.

Secara runtut, P4S dimulai pada tahun 1969, yaitu awal Pelita I (1969-1984) diawali pembukaan di Sumatera (Lampung, Sumsel, Riau dan Jambi) dan Kalimantan (Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan) dengan melibatkan berbagai lembaga termasuk perguruan tinggi sekaligus melakukan penelitian dan pengembang sebagai pendukung bagi pengembangan rawa ke depan. Sebelumnya kolonial Belanda telah menjajaki rawa secara terbatas untuk kolonisasi, pembukaan lahan rawa dilakukan pada tahun 1920 secara skala kecil misalnya daerah Anjir Tamban, Anjir Serapat, dan Kertak Hanyar dan Gambut, khusus di Kalimantan Selatan sebagaimana dikemukakan diatas. Tenaga kerja atau petani didatangkan dari Pulau Jawa untuk mendukung pengembangan pertanian di wilayah baru tersebut.

Pembukaan di atas berhasil menyediakan lahan bukaan baru seluas 900.000 hektar, diantaranya 715.000 hektar berada di lahan rawa pasang surut dan sisanya 185.000 hektar adalah lahan rawa lebak. Pengembangan perluasan lahan rawa untuk pertanian dan transmigrasi di atas berhasil menempatkan penduduk sebanyak 1.717.610 KK dari target sebanyak

2.000.000 KK. Pembukaan ini mengantarkan Indonesia mencapai swasembada pangan (beras) tahun 1985.

Masalah pangan kembali menjadi perhatian seiring dengan impor yang cukup besar pada tahun 1995. Impor beras Indonesia meningkat sejak tahun 1990an, padahal sebelumnya (1985) diakui oleh Badan Pangan Dunia (FAO) berhasil swasembada pangan. Indonesia ingin menjadi “gudang pangan dunia” maka Presiden Soeharto meminta Menteri Pekerjaan Umum pada waktu itu yang dijabat oleh Dr. Radinal Muchtar dan menteri terkait lainnya untuk menyusun pembukaan sejuta hektar lahan rawa yang dikenal dengan Proyek Pengembangan Lahan Gambut (PLG) Sejuta Hektar di Kalimantan Tengah dengan terbitnya Keppres No. 82 Tahun 1995 dan Keppres No. 83 Tahun 1995. Namun Proyek PLG Sejuta Hektar ini dalam perkembangannya dihentikan pada tahun 1999 seiring dengan berakhirnya masa kekuasaan pemerintahan Presiden Soeharto. Proyek Lahan Gambut Sejuta Hektar (*Mega Rice Estate Project*) di Kalimantan Tengah (1995-1999) mengalami banyak hambatan dan dihentikan tahun 1999. Presiden B.J. Habibie mendapatkan “tekanan” dari dalam negeri dan dunia internasional untuk melanjutkan Proyek PLG Sejuta hektar di atas. Atas inisiatif negara dibentuk Tim Pengembangan Lahan Basah yang ditugaskan untuk mengadakan evaluasi terhadap kinerja PLG Sejuta hektar di atas sejak dari awal pembukaan sampai terakhir. Hasil evaluasi tim mengusulkan untuk penghentian Proyek PLG di atas dengan terbitnya Keppres No 80 Tahun 1999. Tim evaluasi memandang lebih banyak dampak negatifnya dari Proyek PLG terhadap masyarakat dan lingkungan hidup dibandingkan dampak positifnya. Proyek PLG Sejuta Hektar masuk ke dalam penanganan KAPET (Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu) DAS Barito, Kahayan dan Kapuas (BAKAKAP). Penghentian Proyek PLG di atas menyisakan “luka” bagi masyarakat Kalimantan Tengah dan para transmigran yang terlanjur ditempatkan di lokasi.

Kawasan PLG sebetulnya mempunyai prospek menjadi kawasan yang maju karena mempunyai keunggulan antara lain (1) terletak antara dua kota yang merupakan pusat pertumbuhan dan pelayanan yaitu Palangkaraya (ibu Kota Kalimantan Tengah) dan Banjarmasin (ibu Kota Kalimantan Selatan); (2) termasuk wilayah tropika yang mempunyai produksi biomassa sangat besar, keanekaragaman hayati yang tinggi dan keunggulan komparatif lebih tinggi dibandingkan kota lainnya; dan (3) potensi hutan atau kawasan lindung dan konservasi cukup luas, selain kawasan budidaya pertanian yang cukup beragam (Noor, 2010).

Melalui Tim Konsultan EMRP (*ex Mega Rice Project*) telah disusun *Master Plan* untuk Rehabilitasi dan Revitalisasi Eks PLG di Kalimantan Tengah pada tahun 2007. Hasil penyidikan dan penelitian Tim EMRP di atas telah dibukukan dalam laporan utama dan beberapa laporan teknis yang berjudul *Master Plan for the Rehabilitation and Revitalisation of Ex Mega Rice Project Area in Central Kalimantan*. Dalam kesempatan penetapan Inpres No 2/2007, presiden Susilo Bambang Yudoyono berkunjung untuk panen padi di lahan rawa Dadahup Blok A2, Kabupaten Kapuas (Kalteng) pada tahun 2006. Namun implementasi dari kebijakan Inpres No. 2 Tahun 2007 untuk bidang pertanian mengalami banyak masalah, terkait dengan masalah ganti rugi dan lainnya. Pada tahun 2010 pemerintah di bawah koordinasi Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) telah membentuk Tim Koordinasi Penyusunan Perencanaan Nasional Pengelolaan Lahan Rawa Berkelanjutan yang terdiri atas 10 Kementerian dan Lembaga Negara antara lain Kementerian Kehutanan, Lingkungan Hidup, Kelautan dan Perikanan, Pertanian, Nakertrans, PU, LIPI, Bakosurtanal, PPN/Bappenas, dan LAPAN. Telah dilakukan sejumlah diskusi, konsinyasi, dan pengumpulan data sekunder dan primer untuk membuat kesepakatan-kesepakatan dalam pemahaman dan penyusunan kerangka kerja kebijakan (*policy framework*). Kegiatan ini didukung dana dari Bank Dunia melalui Proyek *Water Management for Climate Change Mitigation and Adaptive Development in Lowland in Indonesia* (WACLIMAD) dan telah menghasilkan beberapa dokumen arahan kebijakan dan strategi pengembangan lahan rawa. Pada tahun 2013 Kementerian Pertanian di bawah Direktorat Prasarana dan Sarana Pertanian (PSP) juga telah menyusun Cetak Biru (Blue Print) tentang Pengembangan Kawasan PLG untuk pertanian, tetapi sebatas dokumen saja karena tidak ada tindak lanjut dalam bentuk program aksi secara nyata.

Dalam pemerintahan Joko Widodo, Pembangunan Pertanian di bawah Menteri Pertanian Dr. Ir. H. Andi Amran Sulaiman, MS. sejak awal meluncurkan Program atau Upaya Khusus Padi, Jagung, dan Kedelai (Upsus Pajeli) bertujuan untuk mencapai swasembada pangan tahun 1917. Pemerintah merencanakan optimalisasi lahan dan mekanisasi pertanian secara luas, termasuk di lahan rawa. Dalam Rapat Kerja Nasional Pembangunan tahun 2015 telah dikemukakan tentang rencana tahun 2014 (1) rehabilitasi jaringan irigasi tersier 460 ribu hektar, (2) optimalisasi lahan 240 ribu hektar, dan dilanjutkan tahun 2015 tentang rencana (1) rehabilitasi jaringan primer dan sekunder 1,45 juta hektar, (2) rehabilitasi jaringan

tersier 1,54 juta hektar, (3) optimalisasi lahan seluas 500 ribu hektar, dan (4) bantuan benih, pupuk dan alsintan (alat mesin pertanian) antara lain pompa air, traktor, alat tanam, dan alat panen (Kementan, 2014).

Pada kesempatan panen raya di desa Wapeko, Distrik Animha, Kabupaten Merauke, Papua pada tanggal 10 Mei 2015 yang lalu, Presiden Jokowi menyatakan untuk membangun sentra produksi pangan nasional di Merauke. Mulai tahun 2015 sebagai tahap awal dilakukan pengembangan tanaman padi seluas 270 ribu hektar, kemudian disusul pengembangan tahap 2 seluas 285 ribu hektar pada tahun 2016, tahap 3 seluas 250 ribu hektar pada tahun 2017, dan selanjutnya sehingga tersedia lahan seluas 1,0-1,2 juta hektar. Dengan produktivitas 4,0 t GKG (gabah kering giling)/ha dan IP 160, maka dapat diperoleh tambahan produksi 6,5-7,5 juta ton gabah atau 4-5 juta ton beras. Target produksi ini jauh lebih dari cukup untuk swasembada pangan bahkan berpeluang menjadikan Indonesia sebagai eksportir pangan dunia.

Dinamika perkembangan lahan rawa dan pertanian tidak lepas dari suasana politik dan pemerintahan. Pergantian pemerintahan dan perebutan pengaruh antara partai politik menyebabkan melemahnya hasrat untuk merealisasikan rencana sentra produksi padi di atas, komitmen pemerintah tersandera oleh kekuatan partai yang sangat kental di era pemerintahan selanjutnya (2003-2014). Akibatnya lahan PLG tinggal cerita dari masa ke masa, rencana untuk membangkitkan kembali lahan PLG ini selalu kandas. Kekhawatiran dari kegagalan PLG di Kalimantan Tengah inilah yang masih membayangi dan merisaukan hati sanubari seiring dengan hasrat untuk menjadikan Merauke sebagai sentra produksi pangan nasional di atas. Belajar dari kegagalan PLG, maka diharapkan Merauke tidak senasib dengan PLG di Kalimantan Tengah di atas.

Menjadikan Lahan Rawa sebagai Lumbung Pangan Dunia

Upaya pemerintah untuk mengangkat negara dan bangsa untuk menjadi negara yang maju dalam aspek pertanian diantaranya menjadi lumbung pangan dunia terus dilakukan. Dalam jangka pendek (2017-2019) pemerintah telah mencanangkan program pengembangan wilayah perbatasan sebagai lumbung pangan berbasis ekspor (LPBE) dan wilayah penyangga pangan ibukota (LPIB). Wilayah perbatasan sebagai lumbung pangan berbasis ekspor (LPBE) berada di 5 (lima) provinsi yaitu (1) Kalimantan Barat masing-masing di Kabupaten Sanggau, Sambas, Bengkayang dan

Kapuas Hulu; (2) Kalimantan Utara di Kab. Nunukan; (3) Kepulauan Riau masing-masing di Kab. Lingga, Natuna, Karimun, dan Anambas; (4) Nusa Tenggara Timur masing-masing di Kab. Belo dan Kab. Maluka; dan (5) Papua di Kab. Merauke (Kementan, 2016). Sedangkan wilayah penyangga pangan ibukota (LPIB) diharapkan dapat dari kabupaten sekitarnya atau terdekat yaitu provinsi Banten (Kab. Serang, Lebak, Pandegelang) Jawa Barat (Kab. Cianjur, Karawang, Purwakarta, Subang, dan Sukabumi) dan Lampung (Lampung Utara, Lampung Selatan dan Lampung Timur).

Walaupun tidak semua wilayah sasaran pada wilayah perbatasan dan penyangga ibukota di atas termasuk daerah rawa, tetapi ada beberapa yang termasuk lahan rawa seperti Kab. Sambas (Kalimantan Barat), Kab. Nunukan (Kalimantan Utara), Kab. Merauke (Papua). Daerah rawa yang paling luas menunjukkan sebagai sentra produksi padi. Misalnya Kalimantan Selatan yang didukung oleh Kabupaten Barito Kuala, Banjar, dan Tanah Laut merupakan daerah sentra produksi padi; Kalimantan Tengah yang didukung oleh Kabupaten Kapuas dan Pulang Pisau merupakan daerah sentra produksi padi; Sumatera Selatan yang didukung oleh Kab. Musi, dan Kab. Musi Banyu Asin juga merupakan sentra produksi padi. Daerah-daerah di atas telah lama berkembang menjadi sawah pasang surut dan lebak yang produktif dengan IP 200, bahkan ada yang mencapai IP 300.

Beberapa hasil penelitian dan pengamatan para pakar bahwa pengembangan lahan rawa sebagai daerah penghasil pangan sudah terbukti, hanya saja memerlukan pilar-pilar penunjang dan pendorong diantaranya 5 (lima) pilar utama, yaitu (1) tentang status lahan, (2) sumber daya manusia, (3) infrastruktur, (4) kelembagaan, dan (5) deregulasi.

Status atau kepemilikan lahan ini terkait kuat dengan sistem budaya dan adat yang perlu diperhatikan secara seksama untuk menghindari keterasingan bagi penduduk lokal dan kecemburuan sosial di kemudian hari. Diperlukan model pendekatan yang berbeda dengan umumnya di Jawa atau wilayah lainnya - perlu tata guna lahan spesifik. Sumber daya manusia meliputi jumlah maupun kualitas sumber daya manusia yang berperan nantinya sebagai tenaga kerja sangat menentukan keberhasilan. Tenaga kerja yang diperlukan harus mempunyai kemampuan yang handal dalam memanfaatkan teknologi maju yang dianjurkan mau tidak mau penerapan sistem mekanisasi dan penggunaan alat mesin pertanian dan inovasi teknologi budidaya modern menjadi sebuah keniscayaan. Teknologi memerlukan tenaga terampil dan kreatif. Misalnya dukungan sistem pengelolaan air diperlukan untuk

peningkatan produksi, intensitas pertanaman, dan diversifikasi tanaman. Pada kasus Merauke ketersediaan air pada musim kemarau merupakan kendala, terutama saat pengolahan tanah dan tanam.

Infrastruktur utama dan pendukung utama terkait dengan prasarana dan sarana usaha tani seperti jalan usaha tani, jalan desa, bangunan air, rumah pompa, pintu air, dan jaringan/saluran irigasi dan drainase, alsintan dari pra panen (traktor) sampai pasca panen, benih, pupuk, dan obat-obatan sebagai sarana produksi. Infrastruktur pendukung adalah prasarana dan sarana publik seperti jalan antar desa/kecamatan, gedung sekolah formal (SD, SMP, SMA, PT) dan informal (kursus, pelatihan); puskesmas/rumah sakit; bengkel alsintan; bank, koperasi dan lembaga keuangan lainnya, dan lain sebagainya. Sedangkan kelembagaan petani maupun pendukung yang dimaksud adalah kelompok tani atau gabungan kelompok tani, kelompok P3A, kelompok pengendalian HPT, kelompok arisan/koperasi/yasinan/adat penting dalam peranannya untuk saling tukar menukar informasi dan memupuk sikap tolong menolong (gotong royong) dalam seperti saat pekerjaan pengolahan tanah, tanam, panen dan sebagainya. Kelembagaan petani perlu dibangun karena juga berperan untuk menjadi tempat saling diskusi untuk memecahkan berbagai masalah sosial, ekonomi dan lingkungan. Kelembagaan pendukung yang terkait produksi dan distribusi antara lain kelembagaan permodalan, penyuluhan, pelatihan, penyimpanan, perawatan, pengemasan dan pendistribusian serta pemasaran. Adapun regulasi yang terkait dengan pertanian dan khususnya rawa, masih banyak yang perlu dibenahi dalam upaya untuk memberi peluang kepada masyarakat petani agar dapat percepatan dalam meningkatkan produksi dan pendapatan.

Penutup

Pencapaian untuk menjadikan lahan rawa sebagai lumbung pangan tentunya berdasarkan kajian potensi dan kemampuan dari berbagai aspek yang telah ditingkatkan antara lain (1) perbaikan intensifikasi dan ekstensifikasi; (2) perbaikan mutu dan efisiensi melalui inovasi teknologi mekanisasi hulu-hilir, sumber daya manusia, dan kelembagaan; (3) perbaikan dan stabilitas harga melalui perbaikan rantai niaga/pasokan, sistem informasi, stok penyangga, keperluan domestik/logistik; (4) ekspor dan keberlanjutan melalui jalinan jaringan internasional, standar mutu, intelegen pasar (market intelegen), diplomasi/promosi; dan (5) sistem pendukung melalui perbaikan infrastruktur, regulasi/kebijakan, dan investasi.

Sasaran swasembada dan ekspor diatas akan dilanjutkan dengan beberapa program antara lain langkah awal sebagai tahap 1 pembenahan sistem produksi melalui (a) perbaikan infrastruktur: jalan, perbaikan bendungan, irigasi; (b) alsintan: bantuan traktor, *transplanter*, *power thresher*; dan (c) budidaya: peningkatan produksi melalui peningkatan produktivitas (intensifikasi), perluasan areal tanam (ekstensifikasi); Kemudian dilanjutkan dengan tahap 2 penguatan sistem produksi melalui: (a) melanjutkan startegis sebelumnya, (b) pembenahan kelembagaan melalui perbaikan kualitas manajemen kelembagaan, dan (c) pengembangan dan peningkatan peran alsintan pasca panen; tahap 3 penguatan daya saing melalui (a) diversifikasi produk, (b) peningkatan efisiensi: perbaikan data dan informasi, dan (c) peningkatan kualitas sumber daya manusia; tahap 4 pemantapan pasar luar neegeri melalui: (a) penguatan jejaring pasar, (b) penguatan sistem logistik, dan (c) perbaikan distribusi dan pemasaran hasil; tahap pengusaan pasar luar negeri melalui: (a) membangun outlet di luar negeri, dan (b) kampanye pangan Indonesia; dan terakhir sebagai tahap 6 perluasan sistem produksi melalui penetapan luar negeri sebagai basis produksi program lumbung dunia.

Daftar Pustaka

- Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP). 2014. Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi.. Laporan Teknis 1/BBSDLP/2014. Edisi ke-1. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor: 56 Hlm.
- Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa (BALITTRA), 2011. 50 Tahun Balittra 1961-2011. Rawa Lumbung Pangan Menghadapi Perubahan Iklim. Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa. Banjarbaru. 71 hlm.
- Haryono. 2013. Lahan Rawa Lumbung Pangan Masa Depan Indonesia. Cetakan ke 2. IAARD. Jakarta. 142 Hlm.
- Kementerian Pertanian (Kemtan). 2014. Memorandum Rapat Kerja Nasional Kementerian Pertanian 2015. Jakarta: November 2014.
- Kementerian Pertanian (Kemtan). 2016. Grand Design Lumbung Pangan Dunia (Roadmap Pengembangan Komoditas Strategis 2016-2045. Presentasi Menteri Pertanian, Jakarta 3 Oktober 2016.
- Mulyatri, Salwati dan B.Payudi. 2006. Pemanfaatan lahan rawa lebak di Provinsi Jambi dengan menggunakan teknologi spesifik lokasi. Hlm 133-143. Dalam Prosiding Semnas Pengelolaan Lahan Terpadu, Banjarbaru 28-29 Juli 2006 BBSDLP-BALITTRA.
- Noor, M. 2004. Lahan Rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam. RajaGrafindo Persada. Jakarta. 241 hlm.

- Noor, M. 2010. Lahan Gambut: Pengembangan, Konservasi dan Perubahan Iklim. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta. 212 hlm.
- Nursyamsi D. et al., 2014a. Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Sulfat Masam Berkelanjutan untuk Pertanian. AARD Press. Jakarta. 58 hlm
- Nursyamsi D. et al., 2014b. Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Rawa Lebak Berkelanjutan untuk Pertanian. AARD Press. Jakarta. 72 hlm
- Nursyamsi D. *et al.*, 2014c. Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan untuk Pertanian. AARD Press. Jakarta. 68 hlm
- Subagio, H., M. Noor, Wahidah A Yusuf, dan I. Khairullan. 2016. Perspektif Lahan Rawa Mendukung Kedaulatan Pangan. AARD Press. Jakarta. 79 Hlm.
- Water Management for Climate Change Mitigation and Adaptive Management Development (WACKLIMAD), 2012. Lowland Definition. Working Paper 1. Water Management for Climate Change Mitigation and Adaptive Management Development in Low Land. Bappenas.-Euroconsult MatMacDonald. GOI-World Bank. Jakarta

LANGKAH-LANGKAH KEDEPAN

Pemerintah Republik Indonesia bertekad untuk melanjutkan swasembada beras dan memberi makan dunia. Akan tetapi untuk mencapai tujuan mulia tersebut, pemerintah dihadapkan pada tantangan yang berat karena makin terbatasnya lahan pertanian subur akibat konversi lahan pertanian, terutama sawah menjadi pemukiman, jalantol, pabrik, industri dan lainnya. Selain itu, adanya desakan akibat laju pertumbuhan penduduk yang cukup besar semakin menambah daftar tantangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konversi lahan sawah di luar Jawa menjadi lahan pertanian bukan sawah (48,60%) dan perumahan (16,10%). Konversi lahan sawah untuk penggunaan di bidang pertanian nonsawah menggambarkan kegagalan perencanaan atau ketidaktaatan terhadap perencanaan, sekaligus menjadikan anggaran pencetakan sawah menjadi sia-sia dan pada akhirnya sasaran produksi padi tidak tercapai. Oleh karena itu kedepan diperlukan kebijakan untuk menghambat atau meminimumkan laju konversi lahan tanaman pangan.

Langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah melakukan reinventarisasi sumberdaya lahan eksisting menyangkut kualitas lahan, luas, peluang pengembangan dan teknologi yang diperlukan, termasuk komoditas yang akan dikembangkan. Re-inventarisasi harus dapat memberikan detail luas, lokasi dan klasifikasi lahan/tipe lahan, misalnya untuk lahan gambut dengan klasifikasi (a) lahan bergambut, (b) lahan gambut dangkal, (c) lahan gambut sedang, (d) lahan gambut dalam, dan (e) lahan gambut sangat dalam. Re-inventarisasi untuk lahan sulfat masam menyangkut tipe luapan dan tipologi lahan, dan untuk lahan lebak menyangkut lahan leba kdangkal, lahan lebak tengahan, dan lahan lebak dalam. Re-inventarisasi harus menghasilkan peta

dengan berbagai skala, dari untuk tujuan perencanaan skala nasional, provinsi sampai skala yang lebih besar untuk setiap desa. Data ini dijadikan “Pedoman” dalam merencanakan pembangunan pertanian.

Mengandalkan Pulau Jawa sebagai pemasok utama pangan sudah tidak menjanjikan akibat konversilahan, sehingga diperlukan pengalihan peran ke daerah luar Jawa dengan memanfaatkan lahan rawa. Lahan rawa merupakan asset bangsa yang sangat potensial dalam mendukung tekad Pemerintah Republik Indonesia untuk melanjutkan swasembada beras dan memberi makan dunia. Lahan rawa terdiri dari lahan pasang surut dan lahan lebak. Luas lahan rawa di Indonesia diperkirakan 33,37 juta hektare yang terdiri dari lahan pasang surut 20,11 juta hektar (di dalamnya terdapat lahan salin seluas 0,50 juta hektare) dan lahan lebak (13,26) juta hektare. Lahan rawa merupakan lahan yang karakteristiknya dipengaruhi oleh ketersediaan air.

Lahan rawa merupakan lahan yang mempunyai agroekosistem yang spesifik, sehingga pengelolaannya harus disesuaikan dengan karakteristik tersebut. Kesalahan dalam pengelolaan akan mendatangkan bencana seperti penurunan atau degradasi kesuburan tanah, penurunan daya konservasi air, penurunan atau hilangnya sumberdaya genetik tanaman, pengurangan atau musnahnya mikroorganisme baik jenis maupun populasinya, dan penurunan pendapatan usahatani, sehingga lahan menjadi terlantar. Oleh karena itu langkah kedepan harus ada tindakan nyata dari semua pihak untuk melakukan tindakan konservasi dan remediasi yang tepat melalui penerapan teknologi spesifik lokasi. Konservasi lahan sulfat masam dapat dilakukan melalui: (a) pemilihan lahan dengan kedalaman lapisan pirit > 50 cm, (b) penerapan teknologi penataan lahan agar oksidasi pirit minimal, (c) pemanfaatan lahan hanya untuk tanaman budidaya basah seperti padi, dan (d) penggenangan lahan. Teknologi remediasi tanah sulfat masam antara lain: (a) pencucian ion toksik melalui teknologi tata air, (b) pemilihan varietas toleran kemasaman, keracunan Fe dan Al, (c) pemberian bahan amelioran, dan (d) penggunaan bio filter untuk menekan ion toksik yang terlarut. Konservasi dan remediasi lahan gambut meliputi (1) pengelolaan air, (2) penataan lahan dan tanaman, dan (3) pemberian amelioran.

Pengelolaan air merupakan kunci utama keberhasilan pengembangan pertanian di lahan rawa. Pengelolaan air harus didasarkan kepada karakteristik khas lahan rawa, sehingga tidak menyebabkan percepatan degradasi dan penurunan produktivitas lahan. Pengelolaan air di lahan salin berbeda dengan di lahan pasang surut tipe luapan A, B, C, dan D. Demikian juga pengelolaan

air di lahan lebak. Pengelolaan air di lahan rawa harus didukung dengan infrastruktur pengelolaan air agar tanaman dapat memanfaatkan air secara optimal. Untuk itu diperlukan kebijakan pendukung baik di tingkat nasional maupun daerah. Pengelolaan air di lahan lebak misalnya, harus didukung dengan infrastruktur dan percontohan dalam skala kecil dengan mini polder yang luasnya 100-200 ha atau bahkan dengan “Super mini polder” yang luasnya sekitar 20-25 ha untuk setiap kelompok tani di lahan lebak dangkal dan lebak tengah. Keberhasilan dalam pengelolaan super mini polder akan menjadi percontohan dan bisa digabungkan menjadi mini polder.

Langkah berikutnya yang diperlukan adalah dukungan penelitian yang sifatnya komprehensif, tidak hanya masalah teknis produksi tetapi juga menyangkut kelembagaan, sosial ekonomi dan kebudayaan. Oleh karena itu Lembaga Penelitian seperti Badan Litbang Pertanian dan Perguruan Tinggi harus mempersiapkan Tim Peneliti yang handal untuk membantu petani meningkatkan produktivitas lahan dan pendapatannya.

Lahan rawa mempunyai potensi sumberdaya genetik (SDG) yang tinggi, termasuk tanaman yang berpotensi sebagai bahan pestisida nabati. Akan tetapi SDG yang ada di lahan rawa rentan terhadap gerusan genetik, sehingga perlu dilakukan konservasi yang dituangkan dalam kebijakan. Konservasi dapat dilakukan melalui konservasi *ex situ* dan konservasi *in situ* dalam bentuk kebun koleksi dan kawasan produksi. Kegiatan ini harus melibatkan masyarakat lokal dalam sistem produksi bahan pestisida nabati, sehingga diperlukan pelatihan dan pembinaan masyarakat menyangkut sistem produksi pestisida nabati. Pelestarian sumberdaya genetik lahan rawa dalam bentuk kebun koleksi maupun kawasan produksi tidak saja berfungsi untuk menggerakkan perekonomian daerah, tetapi juga menjadi wahana belajar bagi pelajar dan mahasiswa tentang potensi sumberdaya genetik dan tantangan untuk menggali potensi sumberdaya tersebut. Potensi tumbuhan lahan rawa sebagai bahan pestisida nabati perlu menjadi perhatian para peneliti untuk menemukan jenis-jenis tumbuhan lain atau bagian tumbuhan yang mempunyai khasiat lebih baik dalam mengendalikan OPT untuk mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan. Perlu juga diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi khasiat tanaman seperti musim, waktu pengambilan (pagi, siang, sore, malam), metode pembuatan ekstrak dan metode aplikasi.

Kerbau rawa sebagai salah satu SDG di lahan rawa lebak produktivitasnya masih rendah karena sistem produksi yang masih tradisional. Oleh karena

itu diperlukan dukungan penelitian menyangkut manajemen pemeliharaan, tatalaksana pemeliharaan, dan kesehatan. Bibit yang selama ini dihasilkan dari proses imbreeding, hendaknya dapat ditingkatkan agar kerbau rawa tidak mengalami kemunduran genetik. Demikian juga dengan penyediaan pakan yang selama ini hanya bergantung pada alam, sudah saatnya ditemukan teknologi penyediaan pakan yang tidak tergantung dengan alam, apalagi jika populasi kerbau rawa mengalami peningkatan yang signifikan.

Lahan rawa sebagai habitat bagi beberapa unggas seperti itik Alabio dan burung Belibis memerlukan sentuhan teknologi berkaitan dengan sistem produksi, pemeliharaan dan kesehatan. Perlu dilakukan pengembangan atau perbaikan genetik agar itik Alabio dapat menghasilkan telur dengan ukuran yang lebih besar dan dalam jumlah yang lebih banyak serta bobot daging yang lebih berat. Penelitian juga diharapkan mampu mengembangkan burung Belibis menjadi lebih produktif. Kedua unggas tersebut menjadi penggerak perekonomian di daerah rawa lebak.

Lahan salin merupakan lahan yang terbentuk akibat seringnya mengalami intrusi atau kontak langsung dengan air asin. Berkurangnya daya sangga lahan terhadap intrusi air laut menyebabkan luas lahan ini semakin bertambah. Oleh karena itu tindakan yang diperlukan adalah melakukan penelitian untuk meningkatkan produktivitas lahan dan pendapatan petani melalui pengelolaan air, perburuan jenis dan varietas tanaman yang toleran, dan pengaturan pola tanam. Perburuan jenis dan varietas yang toleran salin dapat dilakukan dengan memanfaatkan SDG yang terdapat di lahan salin. Misalnya untuk tanaman padi, telah tersedia ratusan sumber gen padi yang telah beradaptasi di lahan salin. Hanya saja produktivitasnya rendah dan umur panen panjang. Langkah lainnya adalah memanfaatkan lahan ini untuk produksi garam dan ikan atau udang sebagai komoditas ekspor.

Mikroorganisme merupakan kekayaan SDG yang tersimpan di lahan rawa yang berperan dalam siklus hara dan fungsi lingkungan lainnya. Beberapa mikroba penting di lahan rawa antara lain mikroba perombak bahan organik, penambat N, pelarut P, pereduksi sulfat, pengoksidasi besi, metanogenik dan metanotrof- mikroba-mikroba tersebut bermanfaat dalam memperbaiki kesuburan dan produktivitas lahan rawa. Oleh karena itu kedepan diperlukan penelitian pemanfaatan dan peningkatan peran mikorganisme lahan rawa sebagai komponen pertanian ramah lingkungan.

Menjadikan lahan rawa sebagai lumbung pangan dunia, bukan sesuatu yang mustahil. Ketersediaan benih menjadi faktor penting untuk

merealisasikan tekad tersebut. Langkah yang diperlukan adalah mendekatkan produsen benih ke petani pengguna benih. Hal ini tidak saja menyebabkan mobilitas dan aksesibilitas benih lebih baik, tetapi juga menghemat waktu dan biaya. Perlu juga perhatian terhadap fasilitas pendukung perbenihan seperti lahan, lantai jemur, gudang, alsin prosesing, SDM, kantor, dan infrastruktur jalan. Ketersediaan benih tidak hanya berpatokan kepada kuantitas produksi benih, tetapi juga kualitas benih dan kesesuaian varietas yang diinginkan petani atau sesuai dengan agroekosistem rawa.

Selain ketersediaan benih, lumbung pangan dunia di lahan rawa juga harus didukung dengan ketersediaan saprodi lainnya seperti pupuk, dan obat-obatan. Aksesibilitas lahan rawa yang sebagian masih rendah menyebabkan penyediaan saprodi bersifat reguler. Oleh karena itu diperlukan langkah memperbanyak kios saprodi pada setiap desa, minimal satu.

Langkah penting lainnya yang diperlukan adalah menyediakan alsintan untuk mendukung peningkatan produktivitas dan produksi tanaman. Keterbatasan tenaga kerja di lahan rawa menjadi faktor pembatas pengembangan pertanian. Selain alsintan yang cukup dalam jumlah dan jenis, juga diperlukan bengkel alsintan, minimal satu buah dalam satu kecamatan untuk mempermudah petani apabila mengalami hambatan.

INDEKS

A

Acidofilik, 291

Adaptasi, 95, 124, 130, 131, 143, 146,
147, 148, 153, 156, 186, 195,
202, 203, 226, 246, 277, 676

Adopsi, 131, 377, 403, 429, 565, 567,
573, 574, 575, 597, 602, 624

Aerob, 37, 59, 60, 96, 102, 103, 105,
107, 290, 349, 509

Aerobik, 291, 295, 300, 301, 302, 145,
471, 510

Agribisnis, 7, 27, 73, 87, 263, 373,
382, 384, 403, 404, 426, 507,
596, 608, 616, 618, 620,

Agroekologi, 7, 121, 311, 313, 337,
347,

Agroekosistem, 5, 9, 26, 30, 32, 42,
66, 121, 144, 146, 202, 203, 246,
251, 262, 265, 292, 366, 409,
410, 421, 431, 432, 436, 566,
646, 656, 674

Agroklimat, 261, 280, 679, 681, 682,
683, 684

Agrothis ipsilon, 216

Air asin, 74, 76, 77, 81, 86, 288, 676,

Air pasang, 16, 59, 63, 74, 75, 77, 78,

83, 84, 93, 123, 125, 133, 136,
144, 167, 170, 288, 336, 355,
387, 530, 531, 535, 545, 546,
547, 556, 557

Air payau, 75, 78, 80, 81, 332, 338,
502, 509

Air permukaan, 484, 610

Aksesi, 150, 151

Akses informasi, 603, 607

Aksesibilitas, 52, 372, 377, 596, 597,
647, 660, 677

Aktinomisetes, 288, 296

Akumulasi, 74, 84, 93, 95, 298, 303,
348, 454, 470, 505, 514, 518,
554, 555, 633,

Aleuron, 400

Alih fungsi lahan, 8, 51, 53, 345, 346,
457, 458, 507, 565, 566

Alsintan, 7, 25, 27, 61, 120, 134, 135,
371, 374, 379, 380,

Alternatif, 7, 8, 11, 27, 58, 64, 66, 67,
138, 147, 241, 261, 403, 430,
346, 374, 381, 392, 448, 476,
491, 612, 641

Alumunium, 59

Alluvial marin, 77, 348

- Alluvial sungai, 77, 348
Amaranthus sp, 224
 Amelioran, 21, 31, 34, 84, 128, 129, 301, 320, 321, 325, 359, 360, 361, 366, 447, 459, 487, 519, 520, 529, 674
 Ameliorasi, 54, 128, 134, 145, 152, 320, 330, 353, 359, 366, 455, 470, 482, 487, 488, 489, 495, 519, 521, 549, 557,
 Ameliorasi tanah, 320, 325, 330, 349
 Amonifikasi, 294
 Anaerob, 96, 102, 105, 106, 107, 128, 290, 352, 445, 447, 450, 535
 Anaerobik, 290, 291, 293, 294, 295, 296, 299, 300, 301, 302, 511
Anas platyrhynchos borneo, 262
 Anatomi, 246, 269
Andrographis paniculata, 212
 Animalia, 269, 271, 273, 275
 Antraknose, 332, 364
Apanteles spp, 202, 229
 Asam-asam organik, 34, 35, 60, 78, 351, 352, 359, 453, 483, 513, 518, 537
 Atabela, 390, 391
Atherigona oryzae, 222
 Autotrof, 292, 299
 Avoidance, 146
 Ayam buras, 409, 410, 411, 431, 432, 433, 435, 436, 573
 Ayam kub, 432, 434, 435
Azolla sp, 279
- B**
 Bahan amelioran, 21, 31, 34, 35, 45, 128, 301, 320, 321, 325, 360, 452, 455, 487, 490, 519, 520, 529, 549, 674
 Bahan induk, 78, 91, 94, 100, 106, 111, 312, , 514
 Bahan mineral, 78, 101, 440,
 Bahan organik, 922, 31, 37, 74, 75, 80, 82, 83, 93, 104, 108, 111, 122, 128, 289, 293, 294, 305, 325, 334, 366, 379, 440, 441, 453, 459, 479, 489, 505, 509, 515, 520, 522, 523, 534, 535, 536, 544, 546, 559, 550, 555
 Bahan pangan, 19, 50, 51, 52, 53, 67, 312, 374, 426, 443, 448, 457, 460, 461
 Bahan penetral, 76, 106, 107, 556,
 Bahan sulfidik, 7, 16, 75, 78, 101, 121, 291, 356, 447, 507, 508, 541, 542
 Banjir, 10, 11, 21, 23, 45, 52, 59, 62, 80, 144, 344, 357, 410, 439, 440, 443, 444, 446, 460, 461, 472, 473, 479
 Bakteri, 24, 105, 128, 130, 132, 255, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296
 Bakteri pelarut fosfat, 291, 297, 453
 Bakteri penambat nitrogen, 296, 297, 453
 Bangau, 261, 262, 267, 270, 271, 272, 282, 261, 262, 267, 270, 271, 482
 B/c, 123, 383, 402, 417
 Bekas tambang, 439, 443, 461,
 Belibis, 12, 19, 20, 24, 261, 262, 262, 268, 269, 277, 278, 279, 282, 676
 Belibis kembang, 267, 268
 Benih unggul, 25, 57, 120, 364,
 Beras nasional, 53, 316, 653, 657
 Berat volume, 98, 99, 450, 451
 Berat jenis, 98, 109, 451
 Berkelanjutan, 7, 27, 41, 44, 66, 68, 250, 268, 311, 314, 315, 337, 347, 373, 378, 384, 504, 529,

- 540, 641, 656, 666,
 Berkembang biak, 414
 Berorientasi pasar, 372
 Bersarang, 271, 272
 Besi-sulfida, 79, 348
 Biaya, 24, 25, 43, 134, 135, 345, 376,
 380, 383, 384, 388, 390, 393,
 394, 398, 400, 402, 417, 418,
 424, 430, 433, 435, 501, 663, 677
 Bibit, 24, 123, 133, 149, 182, 214,
 215, 222, 242, 249, 261, 263,
 266, 299, 336, 362, 373, 389,
 392, 393, 405, 418, 421, 425,
 427, 430, 431, 434
 Bijie, 85, 123, 155, 156, 158, 175, 177,
 180, 183, 191, 192, 193, 194,
 214, 215, 274, 276, 328, 335,
 358, 390, 631, 635, 643, 649, 659
 Biochar, 128, 129, 489
 Biodiversitas, 37, 45, 93, 96, 477, 479,
 494, 646
 Biodiversiti, 55, 631
 Bioenergi, 490
 Biofilter, 66, 390, 517, 523, 529, 552,
 553, 554, 555, 557
 Biofisik lahan, 26, 62, 66, 143, 145,
 146, 385, 444, 471, 484
 Biokimia, 23, 289, 290, 373, 532
 Biologi tanah, 55, 128, 293, 289, 442,
 453, 471, 549
 Biologis,
 Biomassa gulma, 319, 320, 321, 325,
 330, 366, 448
 Biopestisida, 631
 Biosekuriti, 281
 Biotik, 96, 127, 130, 275, 276, 297,
 299, 315, 331
 Birahi, 249, 250
 Bisnis, 323, 327, 343, 380, 404
 Blekok, 261, 262, 267, 272, 273, 277,
 279, 282
 Bongkor, 30, 44, 45, 503, 507,
 Budidaya, 7, 17, 19, 27, 30, 38, 45,
 52, 53, 55, 56, 62, 63, 64, 73,
 78, 83, 84, 85, 87, 119, 120, 145,
 149, 158, 159, 166, 170, 173,
 177, 187, 189, 191, 203, 240,
 257, 268,
 Bulu babi, 277, 279, 280, 282, 291,
 312, 316, 317, 323, 324, 327
 Buruh tani, 570, 571, 572, 581, 588
 Busuk buah, 24, 364
C
 Carbon storage, 473,
 Caren, 26, 324, 325
 Cekungan, 7, 10, 16, 74, 75, 78, 80,
 11, 275, 313, 441, 474
 Cnaphalocrosis medinalis, 204
 Combine harvester, 398, 399, 621,
 135
 Cotesia cameron, 202, 227
 Curah hujan, 9, 10, 23, 75, 79, 144,
 204, 225, 313, 333, 347, 447,
 531, 543
 Cynodon dactylon, 222, 254, 415
D
 Daerah aliran sungai (das), 313, 663
 Dam parit, 536, 610
 Dataran rendah, 13, 17, 74, 76, 111,
 153, 176, 204, 226, 274, 656
 Daya dukung, 55, 75, 85, 242, 253,
 280, 320, 330, 470, 572, 631,
 648, 649
 Daya dukung ekosistem, 470, 471
 Daya dukung lahan, 85, 242, 253, 280,
 315, 321, 330, 620
 Daya hantar hidrolik, 483

- Degradasi, 30, 44, 45, 50, 52, 67, 81, 91, 96, 119, 124, 128, 138, 293, 295, 338, 352, 440, 443, 449, 453, 457, 458, 460, 461, 470, 473, 477, 478, 494, 501, 514, 517, 519, 523, 537, 609, 674
- Degradasi lahan, 96, 125, 319, 439, 441, 442, 444, 445, 447, 456, 457, 458, 460, 462, 470, 471, 507, 513
- Degradasi lahan gambut, 52, 439, 441, 443, 447, 449, 458, 460, 470, 477,
- Dekomposisi, 9, 34, 36, 37, 60, 74, 75, 83, 95, 98, 99, 101, 103, 105, 289, 294, 295, 297, 348, 352, 446, 454, 471, 486, 505, 510, 535, 546, 550
- Deregulasi, 653, 668
- Deskripsi, 152, 153, 154, 159, 160, 167, 168, 171, 172, 183, 198, 548
- Dewasa kelamin, 250
- Difermentasi, 105
- Diplomasi/promosi, 654, 669
- Diseminasi, 51, 182, 282, 455, 574
- Diversifikasi, 12, 86, 178, 279, 353, 382, 383, 493, 566, 587, 608, 654, 670,
- Diversifikasi horizontal, 581
- Diversifikasi pangan, 50, 51, 278, 315, 608, 654
- Diversifikasi produk, 86, 377, 382, 383, 566, 670
- Diversifikasi vertikal, 581
- Drainase, 9, 22, 37, 59, 74, 92, 96, 121, 138, 324, 346, 356, 444, 447, 453, 471, 477, 483, 494, 516, 522, 530, 544, 552, 555, 609, 669
- Drainase berlebih, 121, 484, 503, 510, 522, 534
- Drainase dangkal, 324, 329, 547
- Dryer, 136, 137, 375, 386, 399, 400, 402
- Domestik/logistik, 653, 669
- Domestikasi, 261, 262
- Dual purpose, 282, 261
- E**
- Eceng gondok, 254, 266, 276, 276, 415, 416, 430, 520
- Efisien, 15, 25, 61, 73, 83, 128, 270, 459, 505, 576, 585, 588, 606, 618, 646
- Efisiensi, 12, 128, 289, 298, 303, 351, 375, 376, 377, 382, 390, 403, 429,
- Ekonomi produktif, 615
- Ekologi, 7, 16, 66, 203, 289, 304, 442, 446, 470, 477, 482, 493, 495, 632
- Ekosistem, 30, 31, 35, 37, 43, 44, 45, 54, 63, 81, 92, 93, 100, 111, 149, 165, 199, 226, 288, 293, 295, 305, 337, 381, 409, 470, 473, 478, 490
- Ekosistem gambut, 30, 32, 35, 37, 38, 44, 45, 100, 442, 471, 490, 494, 495
- Eksotik, 165, 167, 186
- Eksplorasi, 174, 180, 186, 189, 202, 268, 276, 366, 631, 633, 649,
- Ekspor, 42, 57, 86, 346, 601, 653, 655, 667, 669, 670, 676
- Ekstensifikasi, 337, 371, 378, 405, 653, 654, 669, 668
- Eksistensi, 25, 26, 277, 373
- Eksternal, 23, 62, 100, 101, 376, 656
- Embung, 134, 220, 610
- Emisi, 30, 32, 36, 37, 45, 55, 65, 103, 295, 442, 458, 471, 476, 479

Emisi grk, 37, 43, 44, 45, 55, 445, 470, 472, 476, 494

Endapan marin, 7, 14, 79, 102, 289, 348, 507

Enzim, 134, 223, 293, 294, 295, 296, 303

Etiella zinckenella, 218, 332

Etnis, 41, 54, 565, 574, 575, 588

Eutrofik, 75, 80

Ex-situ, 261, 278, 280, 631, 649

F

Faktor pembatas, 25, 33, 146, 313, 377, 540, 677

Famili, 179, 203, 213, 225, 226, 228, 231, 262, 267, 271, 273, 275, 642

Farmaka, 20, 67, 68, 632

Farmasi, 323, 481, 482, 631, 634, 649

Farmer's share, 25, 585, 586, 618, 619

Fermentasi, 105, 291, 293, 416, 425, 537

Fibrik, 14, 73, 80, 97, 98, 99, 351, 352, 450, 451,

Fiksasi, 293, 294, 296, 297, 298, 303, 351, 538

Fluktuasi, 23, 98, 100, 102, 108, 132, 144, 262, 430, 484, 545

Fluktuatif, 263, 277, 282, 327

Formulasi, 279, 434, 642,

Fotoperiod, 149, 150, 151, 317

Fotoperiod sensitive, 317

Fototrof, 292, 293

Fungi, 288, 292, 293, 298, 299, 643

Fungsi, 4, 5, 8, 17, 30, 36, 41, 45, 53, 134, 178, 196, 262, 271, 288, 293, 345, 472, 475, 487, 494, 501, 554, 565, 595, 600, 601, 605, 611, 620

Fungsi budidaya, 5, 30, 44, 45

Fungsi lindung, 4, 5, 30, 35, 44, 45, 47

G

Gambut, 1, 2, 3, 14, 22, 30, 34, 35, 40, 42, 50, 52, 58, 59, 60, 74, 75, 80, 81, 83, 85, 91, 92, 103, 120, 327, 351, 356, 358, 389, 439, 443, 444

Gambut bongkor, 30, 44, 45

Ganggang, 265, 266, 554

Garam, 73, 74, 78, 79, 80, 81, 82, 85, 86, 193, 334, 345, 676

Gas rumah kaca, 30, 32, 35, 36, 37, 44, 52, 295, 444, 457, 458, 480

Gebot, 395, 397, 398

Genangan, 8, 10, 11, 23, 58, 73, 127, 133, 145, 146, 149, 152, 154, 166, 167, 178, 179, 190, 544, 545, 546, 557, 577

Generasi, 60, 204, 206, 266, 281, 477

Genetik, 261, 263, 279, 280, 281, 431, 460, 631, 646, 648, 649, 674, 675

Geografik, 263

Glukosa, 295, 295, 296

Goryphus spp, 202, 228

Gotong royong, 26, 600, 669

Gradient, 102

Grosir, 585

Gulma, 23, 29, 128, 145, 231, 231, 279, 322, 325, 330, 353, 447, 488, 583

Guludan, 7, 17, 486, 510, 541, 542, 578, 579, 583

H

Habitat, 12, 20, 30, 32, 39, 67, 203, 261, 268, 274, 277, 278, 292, 481, 676

- Hama, 5, 64, 66, 124, 127, 130, 132, 135, 147, 202, 209, 210, 212, 524
- Hama pelipat daun, 202, 204, 209, 210
- Hama utama, 24, 32, 132, 137, 222, 327, 332
- Hara, 321, 325, 330, 331, 336, 345, 347, 352, 360, 447, 454, 474
- Hard pan, 388
- Harga, 9, 24, 25, 131, 282, 338, 377, 425, 433, 449, 585, 598, 618, 655, 657
- Helicoverpa armigera, 219, 222
- Hemik, 14, 44, 73, 80, 97, 351, 352, 450, 451
- Heterotrof, 292, 295, 300
- Hidrofilik, 32, 83, 444, 449, 451, 476,
- Hidrofobitas, 449, 476
- Hidrofobik, 32, 80, 100, 442, 445, 449, 450, 451, 459, 476, 482
- Hidrolisis, 294, 295, 503, 513,
- Hidrologi, 2, 23, 24, 30, 35, 36, 55, 91, 100, 108, 111, 165, 312, 442, 446
- Hidrotiler, 389
- Hidrotopografi, 10, 23, 74, 76, 198, 313
- Hortikultura, 2, 4, 7, 12, 19, 26, 30, 126, 217, 346, 410, 456, 565, 583, 608
- Hulu, 2, 9, 19, 23, 25, 78, 95, 155, 174, 192, 240, 245, 411, 418, 531, 605,
- Hulu-hilir, 653, 669
- I**
- Ikan, 10, 21, 39, 63, 166, 270, 272
- Iklim basah, 13, 262
- Iklim kering, 13, 262
- Iles, 398
- Ilmiah, 273, 275, 440, 635, 640, 643
- Inbrida, 146, 318
- Indeks gini, 581
- Indeks herfindahl, 586
- Indigenous, 149
- Indikator, 64, 83, 262, 439, 442, 443, 461,
- Industrialisasi, 377, 381, 405, 624
- Infrastuktur, 653, 660, 668
- Inovasi, 4, 25, 26, 62, 124, 135, 314, 337, 404, 421, 422, 568, 573, 597, 624
- Inovasi teknologi, 4, 62, 135, 311, 315, 322, 337, 328, 404, 421, 432, 616
- Input usahatani, 602, 603
- Intake, 262
- Intelegen pasar (market intelegen), 653, 669
- Intensif, 12, 102, 129, 165, 210, 265, 331, 411, 421, 426, 580, 653, 656, 670
- Intensifikasi, 380, 405, 653, 654, 669,
- Introduksi, 147, 227, 318, 371, 379, 380, 390, 405, 432, 517, 595, 598, 660
- Insektisida, 52, 58, 65, 67, 206, 207, 215, 233, 633, 641, 642, 643, 645
- Insitu, 81, 134, 128, 529, 553, 646,
- Interaksi, 34, 75, 81, 97, 100, 107, 311, 312, 446, 449, 489, 493, 573, 605
- Internal, 23, 62, 100, 101, 229, 578, 580, 584, 617, 656
- Intrusi air laut, 59, 73, 74, 76, 79, 472, 676,
- Investasi, 12, 25, 64, 336, 375, 417, 507, 572, 578, 579, 580, 622, 654, 669,

Ion, 349, 350, 351, 359, 366, 489, 501, 514, 522, 535, 546, 551, 553, 556

Irr, 402, 417, 578, 579, 580

Ischnojoppa luteator, 202, 227, 228,

Itik, 12, 19, 20, 39, 54, 262, 265, 268, 281, 282, 410, 412, 430, 573, 580, 676

Itik alabio, 12, 20, 261, 265, 279, 282, 425, 426, 573, 581, 587

Itik lokal, 20, 265, 266, 425, 426

J

Jagung, 19, 25, 63, 120, 144, 161, 222, 324, 327, 410, 455, 461, 520, 624

Jajar legowo, 120, 134, 135, 318, 392,

Jamur, 57, 105, 147, 224, 288, 296, 298, 299, 305, 540, 637

Jaringan irigasi, 120, 610, 611, 612, 614, 656, 657

Jaringan tata air, 23, 40, 87, 123, 596, 609, 659, 664

Jarosit, 68, 73, 76, 106, 319, 350, 503, 513, 533, 535

Jasa layanan, 622

Jenuh air, 31, 36, 74, 79, 92, 96, 313, 346, 351, 453, 473

Jeruk, 461, 572, 575, 579, 583, 585, 590, 618, 626, 643

K

Kadar, 22, 47, 59, 78, 83, 91, 98, 101, 102, 109, 129, 181, 194, 212, 299, 334, 399, 401, 442, 485, 538, 549,

Kadar abu, 182, 194, 449

Kadar air, 451, 485, 489, 584, 97, 98, 100, 135, 184

Kadar lengas, 98, 182, 451,

Kadar serat, 99, 182, 194

Kahat hara, 2, 144, 165, 192

Kalang, 165, 192, 194, 245, 251, 252, 254

Kandungan mineral, 98, 474

Kapasitas, 439, 447, 450, 454, 460, 462, 509, 513, 534, 603, 611, 613

Karakteristik gambut, 32, 440, 480

Kapasitas memegang air, 454

Kapasitas produksi, 51, 57, 58, 397

Kapasitas tukar kation, 22, 60, 108, 352, 456,

Karakterisasi, 22, 27, 66, 180, 182, 268, 567,

Karakteristik, 92, 95, 96, 150, 151, 156, 160, 182, 193, 203, 249

Karakteristik gambut, 32, 440, 471, 483

Karakteristik lahan, 91, 92, 319, 419, 542

Karbohidrat, 18, 19, 177, 181, 182, 194, 193, 311, 332, 334, 338, 449, 491

Karkas, 240, 241, 249, 256, 266

Kawasan, 8, 9, 10, 23, 121, 123, 144, 262, 278, 281, 442, 444, 462, 470, 472, 475, 490, 631, 632, 640, 645, 646, 648, 666, 675,

Kawasan hulu, 9, 23

Karbonat, 76, 106, 107, 509, 534

Keanekaragaman, 1, 30, 32, 37, 38, 39, 41, 45

Keanekaragaman hayati, 143, 165, 199, 262, 473, 631, 632, 634, 639, 646

Kearifan lokal, 3, 4, 62, 85

Kebutuhan alsintan, 377, 384, 404

Kedalaman air tanah, 475, 478, 483, 534

- Kedaulatan pangan, 8
- Kedelai, 311, 327, 328, 329, 331, 330, 519, 548, 550, 573, 575, 583, 596
- Kekeringan, 9, 11, 23, 45, 64, 108, 122, 144, 158, 324, 329, 334, 351, 363
- Kelarutan, 59, 79, 100, 111, 289, 455, 505, 513, 514, 530, 535, 537, 540
- Kelembagaan, 595, 599, 601, 607, 609, 614, 616, 620, 653, 657, 675
- Kelembapan tanah, 292
- Kelengasan, 98
- Kelompok tani, 26, 61, 62, 574, 597, 603, 608, 669
- Kemandirian pangan, 311, 315, 316
- Kematangan, 14, 22, 30, 33, 44, 73, 97, 99, 298, 352, 390, 446, 452, 456
- Kemasaman, 13, 81, 84, 73, 442, 447, 449, 455, 488, 505, 503, 610, 675
- Kemasaman tanah, 106, 119, 138, 320, 347, 442, 455, 513, 516, 547, 556
- Kemiskinan, 57, 566, 571, 581, 615
- Kendala, 145, 241, 263, 313, 374, 375, 376, 441, 501, 504, 565, 569, 584
- Kepik polong, 202, 213, 226
- Kepinding tanah, 226
- Kepunahan, 39, 277, 278, 282
- Kerabat, 165, 173, 176, 177, 184, 186, 189, 190, 191
- Keracunan, 82, 120, 144, 146, 152, 154, 294, 297, 674
- Keragaan, 146, 149, 151, 152, 155, 160, 179, 331, 406, 423, 550, 595
- Keragaman, 171, 176, 180, 203, 266, 288, 292, 295, 304
- Kerbau, 5, 12, 20, 21, 24, 26, 39
- Kerbau rawa, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 416, 417, 418, 419, 435, 587
- Kering tak balik, 59, 60, 91, 99, 100, 351, 352, 356
- Kesatuan hidrologi gambut, 32, 470, 471, 484
- Kesuburan tanah, 22, 23, 24, 31, 33, 35, 44, 51, 55, 57, 73, 439, 456, 674,
- Ketahanan pangan, 12, 67, 73, 314, 315, 373, 501, 507
- Ketimpangan, 580, 581
- Khemofilter, 552, 554, 555, 556
- Klasifikasi, 89, 269, 273, 275, 292, 490, 542, 673
- Klei, 2, 9, 31, 109, 110
- Koefisien, 385, 580
- Kohesi, 73, 99
- Kolektifikasi, 606
- Koloid, 81, 100, 319, 349, 100, 449, 488, 535
- Komersial, 165, 199, 261, 265, 372, 375, 403, 428, 435, 435, 608, 614, 642
- Komoditas, 7, 17, 19, 21, 25, 33, 42, 43, 119, 123, 138, 167, 230, 265, 280
- Komoditas utama, 265, 314, 583, 575
- Komoditas strategis, 42, 119, 123, 138, 315, 337
- Komparatif, 16
- Kompetitif, 16, 576, 578, 579
- Konfigurasi, 454, 596
- Konservasi, 439, 441, 444, 445, 460, 462, 567
- Konservasi lahan, 57, 77, 85, 470, 473, 479, 483
- Konsolidasi, 447, 452, 453, 606
- Konsumen, 427, 428
- Kontribusi, 30, 35, 56, 63, 241, 249,

256, 315, 316, 338, 404, 413, 425
 Konversi lahan, 8, 61, 26, 33, 442,
 445, 452, 654, 673
 Konversi pakan, 263, 266, 432
 Kryogenik, 278
 Kualitas air, 23, 66, 84, 357, 504, 515,
 517, 545, 553, 556
 Kualitas lahan, 143, 145, 472, 609,
 610,
 Kubah gambut, 32, 36, 473, 474,
 478, 482
 Kud, 26, 61, 574, 599, 600, 601, 602
 Kultivar, 146, 159, 167, 187

L

Lahan, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11,
 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21,
 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30,
 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39,
 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48,
 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58,
 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68,
 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 78,
 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87,
 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96,
 98, 101, 102, 103, 104, 105, 106,
 107, 108, 109, 111, 113, 116,
 118, 119, 120, 121, 122, 123,
 124, 125, 126, 127, 128, 129,
 130, 131, 132, 133, 135, 136,
 137, 138, 139, 140, 141, 142,
 143, 144, 145, 146, 147, 148,
 149, 150, 151, 152, 153, 154,
 155, 156, 157, 158, 159, 160,
 161, 162, 163, 164, 165, 166,
 167, 170, 171, 172, 173, 174,
 176, 177, 178, 179, 182, 183,
 185, 186, 187, 188, 189, 190,
 191, 192, 194, 195, 196, 197,
 198, 199, 200, 201, 203, 204,
 206, 209, 212, 213, 217, 222,

226, 230, 232, 238, 239, 241,
 242, 243, 246, 251, 253, 254,
 256, 257, 259, 262, 265, 267,
 270, 274, 280, 282, 283, 285,
 286, 288, 289, 290, 292, 293,
 295, 296, 297, 298, 301, 305,
 306, 309, 311, 312, 313, 314,
 315, 316, 317, 318, 319, 320,
 321, 322, 323, 324, 325, 326,
 327, 328, 329, 330, 331, 332,
 333, 334, 335, 336, 337, 338,
 339, 340, 341, 342, 343, 345,
 346, 347, 348, 349, 351, 352,
 353, 354, 355, 356, 357, 358,
 359, 360, 361, 362, 366, 367,
 368, 369, 370, 371, 372, 374,
 375, 376, 377, 378, 379, 380,
 381, 382, 383, 384, 385, 386,
 387, 388, 389, 390, 391, 392,
 393, 394, 395, 396, 397, 398,
 399, 400, 401, 402, 404, 405,
 484, 485, 486, 487, 488, 489,
 490, 491, 492, 493, 494, 495,
 496, 497, 498, 499, 500, 501,
 502, 503, 504, 505, 506, 507,
 514, 515, 516, 517, 518, 519,
 520, 521, 522, 523, 524, 525,
 526, 527, 529, 530, 531, 532,
 535, 537, 538, 539, 540, 541,
 558, 559, 560, 561, 562, 563,
 565, 566, 567, 568, 569, 570,
 571, 572, 573, 574, 575, 576,
 577, 578, 579, 580, 581, 582,
 583, 584, 585, 586, 587, 588,
 589, 590, 591, 592, 593, 594,
 595, 596, 597, 599, 601, 602,
 603, 604, 605, 608, 609, 610,
 611, 612, 613, 614, 617, 618,
 619, 620, 621, 622, 624, 625,
 626, 627, 631, 632, 633, 634,
 642, 645, 647, 648, 649, 652,
 653, 654, 655, 656, 657, 658,
 659, 660, 661, 662, 663, 664,
 665, 666, 667, 668, 669, 670,

- 673, 674, 675, 676, 677, 686,
688, 689, 695, 697, 698, 701,
702, 703, 704, 707, 709
- Lahan basah, 92, 119, 274, 293, 313,
632, 673, 674
- Lahan bermasalah, 319
- Lahan lebak, 410, 569, 573, 576, 579,
581, 673, 974
- Lahan gambut, 290, 312, 336, 338,
351, 352, 358, 360
- Lahan marginal, 58
- Lahan pasang surut, 576, 578, 584,
633, 674,
- Lahan pertanian, 8, 26, 119, 317, 345,
346, 417, 450, 455, 459, 501, 515
- Lahan rawa, 7, 21, 26, 50, 51, 53, 54,
55, 56, 66, 76
- Lahan rawa lebak, 7, 21, 26, 50, 51,
53, 54, 55, 56, 66, 76
- Lahan rawa pasang surut, 7, 21, 26,
568, 572, 653, 656, 660, 664
- Lahan suboptimal, 345, 346, 448,
460, 565, 566, 572
- Lahan sub-optimal, 7, 8, 143, 161,
289, 311, 314, 319
- Lahan sulfat masam actual, 122,
697
- Laju subsidiensi, 444, 445, 457
- Laju subsidiensi, 698
- Lalat bibit, 202
- Lalu lintas ternak, 282
- Lamprosema indicate, 698
- Land man ratio, 698
- Lapisan gambut, 14, 36, 44, 65, 79,
80, 96, 99, 101, 102, 103,
104, 105, 348, 351, 352,
440, 442, 444, 447, 450,
458, 474, 477, 480, 541
- Lapisan pirit/sulfidik, 698
- Lapisan sulfidik, 59, 508, 541
- Larutan tanah, 82, 102, 107, 349,
350, 489, 502, 505, 508,
514, 518, 534, 535, 536,
549, 551
- Layu bakteri, 364
- Lebak, 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12,
13, 14, 15, 16, 17, 18, 19,
20, 21, 22, 23, 24, 25, 26,
27, 28, 29, 32, 74, 77, 91,
94, 118, 119, 130, 131, 132,
143, 144, 145, 146, 148,
149, 150, 152, 153, 154,
155, 156, 157, 158, 159,
160, 161, 162, 163, 164,
165, 166, 167, 170, 171,
173, 174, 176, 177, 178,
179, 185, 186, 187, 188,
189, 190, 192, 195, 196,
197, 206, 226, 246, 262,
266, 285, 288, 313, 314,
346, 347, 352, 353, 355,
356, 357, 366, 369, 406,
407, 409, 410, 411, 412,
419, 432, 434, 435, 436,
530, 536, 562, 565, 566,
567, 568, 569, 570, 571,
572, 573, 574, 575, 576,
577, 579, 580, 581, 582,
583, 586, 587, 588, 589,
590, 591, 592, 593, 594,
602, 605, 609, 611, 612,
613, 614, 618, 622, 623,
653, 656, 657, 658, 659,
660, 663, 664, 668, 670,
673, 674, 675, 676, 697
- Lebak dalam, 3, 7, 10, 13, 16, 17,
20, 23, 346, 410, 573, 580,
673
- Lebak dangkal, 3, 7, 10, 13, 16,
17, 19, 23, 24, 94, 131, 144,
152, 153, 154, 155, 157,
162, 164, 174, 176, 186,
187, 189, 407, 410, 573,
576, 583, 675
- Lebak tengahan, 3, 7, 10, 13, 16,

- 17, 19, 23, 131, 132, 158,
163, 170, 178, 346, 410,
419, 573, 576, 579, 582,
583, 590, 591, 673, 675
- Lembaga ekonomi, 599, 602, 620,
621, 622, 623
- Lengas tanah, 599, 602, 620, 621,
622, 623
- Lengas tanah, 325, 351, 450
- Leptocoris spp, 204, 698
- Lestari, 5, 85, 96, 367, 441, 484,
540, 570, 641
- Likuidasi, 698
- Lingkungan, 1, 4, 5, 17, 23, 30, 31,
32, 33, 35, 36, 41, 43, 45,
50, 51, 52, 58, 60, 62, 65,
66, 67, 68, 70, 72, 75, 78,
85, 86, 90, 92, 93, 94, 95,
96, 97, 98, 100, 102, 104,
106, 107, 119, 129, 138,
142, 145, 146, 202, 203,
206, 233, 250, 266, 275,
277, 288, 289, 290, 293,
294, 295, 297, 305, 306,
312, 314, 315, 324, 349,
352, 364, 367, 372, 389,
410, 440, 441, 442, 443,
462, 466, 470, 471, 472,
473, 474, 475, 477, 479,
509, 516, 517, 519, 523,
539, 540, 546, 549, 551,
615, 620, 631, 634, 635,
639, 641, 642, 645, 646,
647, 648, 649, 659, 665,
669, 675, 676, 704
- Lkm, 616, 698
- Luas lahan, 7, 8, 13, 14, 15, 120,
143, 501, 505, 506, 570,
674, 698
- Luas lahan gambut, 32, 46, 448,
460, 462
- Lumbung air, 30, 32, 45
- Lumbung pangan, 3, 41, 50, 51,
52, 67, 311, 317, 440, 441,
448, 460, 615, 653, 655,
657, 667, 669, 676, 677
- Lumpur, 47, 259, 466, 469, 698
- ## M
- Makro fauna, 276
- Maksimum, 98, 204, 290, 365,
444, 537
- Manajemen produksi, 596
- Maneuverabilitas, 699
- Mangrove, 77, 80, 94, 106, 262,
276, 283, 306, 309, 562
- Marin, 7, 14, 75, 77, 78, 79, 81,
94, 102, 106, 348, 507, 686,
691, 706
- Marjinal, 332, 381, 405, 566
- Marjin pemasaran, 586, 587
- Masam, 3, 9, 11, 13, 23, 34, 44, 50,
51, 55, 58, 59, 60, 70, 73,
74, 75, 79, 81, 82, 83, 84,
91, 92, 94, 101, 104, 106,
107, 108, 109, 110, 119,
120, 121, 122, 123, 124,
125, 126, 127, 128, 129,
131, 132, 133, 137, 138,
139, 140, 317, 319, 320,
321, 324, 325, 330, 331,
332, 339, 341, 342, 343,
361, 362, 366, 367, 369,
370, 386, 408, 410, 449,
450, 456, 465, 472, 488,
501, 502, 503, 504, 507,
508, 509, 510, 511, 513,
514, 515, 516, 517, 519,
520, 521, 522, 523, 524,
537, 538, 539, 540, 541,
542, 543, 544, 546, 547,
548, 549, 550, 551, 552,
553, 554, 556, 557, 558,
559, 560, 561, 576, 577,
578, 585, 658, 673, 674,
697, 707, 708
- Mastikasi, 248, 699
- Materi genetic, 699

- Mbcr, 416, 423, 424, 579, 582, 583, 699
- Memupuk modal, 615
- Menguntungkan, 50, 55, 61, 63, 68, 83, 100, 124, 225, 298, 371, 372, 380, 397, 402, 405, 417, 418, 423, 490, 493, 565, 575, 576, 577, 578, 579, 585, 588, 606, 620, 622, 646, 663
- Metana, 295, 301, 302, 303, 304
- Metanogen, 295, 297, 301, 302, 304
- Metanotrof, 295, 301, 302, 303, 304, 305, 676
- Mikoriza, 298, 299
- Mikroba, 83, 128, 129, 130, 134, 140, 166, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 298, 302, 304, 305, 453, 505, 510, 518, 522, 552, 555, 651, 676
- Mikroorganisme, 103, 104, 107, 109, 122, 129, 288, 289, 291, 294, 300, 301, 439, 444, 445, 459, 462, 470, 471, 472, 482, 489, 494, 537, 674
- Mineral jarosit, 76, 319, 350
- Minimum, 290, 324, 328, 333, 386, 391, 392, 700
- Minimum tillage, 386, 391
- Mobilitas, 2, 74, 203, 372, 375, 503, 513, 677
- Modal, 5, 25, 26, 54, 57, 62, 63, 376, 377, 378, 393, 402, 417, 418, 428, 430, 431, 504, 565, 566, 567, 569, 571, 572, 573, 584, 588, 596, 597, 598, 600, 601, 602, 603, 606, 614, 615, 616, 617, 621, 625, 699
- Modifikasi, 136, 269, 396, 397, 398, 399
- Molekul air, 107, 350
- Monogami, 700
- Mortalitas, 66, 242, 431, 642, 649
- Motivasi, 432, 566, 597, 608
- Mower, 395, 396
- Muara sungai, 74, 76, 144, 262, 553
- Multifungsi, 440, 441, 461, 470, 487
- Musim hujan, 2, 7, 8, 11, 16, 17, 23, 26, 36, 60, 78, 84, 85, 106, 122, 123, 125, 131, 132, 136, 150, 153, 204, 205, 222, 251, 252, 253, 262, 288, 311, 323, 329, 375, 414, 417, 419, 420, 421, 440, 443, 444, 446, 460, 479, 510, 523, 531, 532, 535, 542, 546, 553, 555, 569, 578, 581, 584, 603, 609, 659
- Musim kemarau, 7, 9, 10, 11, 16, 17, 19, 23, 26, 34, 36, 54, 59, 63, 78, 82, 85, 106, 108, 123, 125, 131, 144, 150, 158, 162, 204, 205, 216, 251, 252, 253, 262, 323, 327, 338, 383, 386, 412, 414, 419, 420, 421, 440, 442, 443, 444, 446, 458, 460, 472, 478, 479, 504, 510, 515, 523, 531, 532, 535, 541, 543, 544, 553, 555, 569, 576, 581, 582, 583, 609, 659, 669
- ## N
- Nephotettix cincticeps, 700
- Nephotettix malayanus, 700
- Nephotettix nigropictus, 700
- Nephotettix virescens, 210, 700
- Non farm, 569

Non usahatani, 565, 569, 571, 580,
588
Npv, 402, 417, 578, 579, 700

O

Off farm, 700
Oksidasi, 23, 59, 65, 76, 79, 81,
102, 104, 106, 107, 121,
122, 292, 295, 300, 301,
302, 303, 304, 319, 349,
350, 352, 359, 445, 446,
449, 450, 452, 453, 472,
502, 503, 505, 507, 508,
510, 511, 512, 513, 514,
517, 518, 522, 523, 526,
529, 530, 531, 532, 533,
534, 535, 537, 538, 539,
540, 541, 543, 544, 546,
547, 549, 551, 552, 557,
560, 674
Oksidasi pirit, 59, 65, 76, 79, 81,
107, 121, 301, 319, 349,
350, 352, 359, 450, 502,
503, 507, 510, 511, 512,
513, 514, 517, 522, 526,
529, 530, 532, 533, 534,
535, 539, 540, 541, 543,
544, 546, 547, 549, 551,
552, 557, 560, 674
Olah tanah konservasi (otk), 319
Olah tanah minimum (otm), 324,
328
Olah tanah sempurna bersyarat
(otsb), 320
Oligopoly, 565, 586, 588
Oligotrofik, 47, 465, 498, 700
Ombrogen, 75, 102, 451, 474
Ophiomyia phaseoli, 213, 700
Optimal, 5, 7, 8, 32, 37, 43, 61, 63,
69, 143, 145, 152, 154, 158,
161, 198, 241, 257, 263,
282, 289, 290, 293, 301,
311, 314, 315, 317, 319,

324, 327, 333, 346, 347,
366, 404, 430, 472, 477,
478, 492, 493, 501, 502,
511, 520, 533, 549, 567,
569, 582, 595, 596, 607,
611, 617, 620, 622, 625,
646, 656, 675, 697

Optimalisasi, 8, 86, 119, 120, 121,
138, 282, 446, 493, 621,
623, 656, 657, 661, 666, 667
Optimum, 145, 210, 290, 291, 328,
359, 363, 366, 502, 511,
533, 549
Organisme pengganggu
tanaman(opt), 135, 137,
322, 331, 335, 701
Osmotik, 79, 80

P

P3a, 66, 595, 599, 600, 601, 603,
609, 610, 611, 612, 613,
614, 625, 626, 627, 628,
657, 669, 704
Padang pengembalaan, 253
Padi, 17, 18, 29, 68, 69, 70, 88,
123, 139, 146, 149, 150,
159, 163, 203, 234, 237,
239, 267, 316, 337, 339,
396, 406, 407, 408, 436,
492, 520, 524, 526, 527,
548, 570, 576, 577, 582,
583, 593, 628, 629, 663,
666, 701
Padi unggul, 124, 127, 144, 145,
146, 149, 150, 318, 395,
567, 573, 576, 584, 602,
614, 658
Pakan, 24, 42, 57, 63, 86, 218, 219,
240, 241, 242, 243, 246,
248, 251, 253, 254, 257,
263, 265, 266, 268, 270,
279, 280, 281, 282, 285,
323, 334, 382, 409, 411,

- 413, 415, 416, 417, 418,
420, 421, 422, 423, 424,
425, 427, 429, 430, 431,
432, 434, 435, 436, 438,
490, 587, 676, 697
- Pakan komersial, 265, 279, 435
- Paludifikasi, 473
- Panicum repens*, 254, 415, 519
- Panicum viride*, 224, 701
- Partikel, 98, 99, 388, 555
- Pasang surut, 1, 2, 3, 7, 8, 9, 16,
19, 28, 50, 51, 52, 53, 54,
55, 56, 58, 59, 60, 61, 62,
63, 65, 66, 67, 68, 69, 70,
71, 73, 74, 75, 76, 77, 78,
82, 84, 86, 88, 91, 93, 94,
107, 108, 118, 119, 120,
121, 122, 123, 124, 125,
129, 130, 131, 132, 133,
136, 137, 138, 139, 140,
146, 147, 148, 149, 150,
156, 157, 160, 161, 162,
163, 164, 165, 167, 170,
171, 176, 177, 178, 183,
186, 187, 190, 195, 196,
197, 198, 199, 200, 204,
206, 208, 209, 213, 217,
226, 230, 238, 262, 288,
289, 297, 309, 311, 312,
313, 314, 315, 317, 318,
343, 346, 347, 352, 353,
355, 356, 367, 368, 369,
371, 372, 374, 376, 377,
378, 381, 383, 385, 386,
387, 389, 390, 391, 392,
393, 395, 396, 397, 398,
399, 400, 401, 402, 405,
406, 407, 408, 409, 410,
411, 412, 413, 421, 435,
436, 449, 467, 484, 486,
487, 499, 501, 502, 503,
504, 505, 506, 507, 509,
515, 516, 519, 520, 521,
523, 524, 525, 526, 527,
529, 530, 531, 542, 543,
545, 546, 548, 558, 559,
561, 562, 565, 566, 567,
568, 569, 570, 571, 572,
575, 576, 577, 578, 580,
581, 582, 583, 584, 585,
587, 588, 589, 590, 592,
593, 594, 602, 609, 611,
612, 613, 614, 622, 623,
624, 626, 633, 649, 653,
656, 657, 658, 659, 660,
663, 664, 668, 674, 697
- Paspalum* sp, 223, 253, 701
- Pasta, 269
- Paya, 91, 92
- Payau, 74, 75, 76, 78, 80, 81, 83,
91, 92, 288, 332, 338, 502,
509, 685
- Pedagang grosir, 586, 619
- Pedagang pengumpul, 586, 619
- Pelarangan, 701
- Pelarut, 307, 701
- Pelayanan jasa, 701
- Pelindian, 68, 129, 503, 516, 517,
701
- Pemanfaatan, 15, 16, 17, 26, 28,
30, 32, 33, 41, 43, 44, 45,
46, 48, 51, 52, 63, 65, 68,
72, 87, 96, 201, 282, 283,
321, 342, 346, 368, 374,
422, 424, 425, 436, 448,
456, 457, 463, 465, 468,
475, 476, 488, 489, 490,
497, 503, 519, 582, 593,
631, 634, 640, 648, 649,
650, 651, 658, 670, 701
- Pemasaran, 25, 60, 61, 62, 63, 377,
382, 428, 565, 574, 583,
584, 585, 586, 587, 588,
589, 590, 592, 595, 596,
597, 598, 599, 600, 601,
603, 606, 610, 615, 616,
617, 618, 620, 625, 669,
670, 699, 704, 706

- Pemasaran hasil, 25, 377, 574, 583,
596, 597, 603, 606, 610,
625, 670
- Pembakaran lahan, 439, 440, 444,
461
- Pemberdayaan, 55, 66, 590, 595,
596, 597, 598, 603, 604,
605, 606, 608, 610, 611,
613, 614, 615, 616, 625,
626, 647
- Pembukaan lahan, 12, 39, 40, 50,
53, 54, 67, 74, 335, 352,
444, 445, 449, 455, 457,
470, 471, 488, 494, 495,
504, 530, 654, 657, 662, 664
- Pemulihan, 124, 128, 140, 459,
470, 472, 473, 477, 478,
482, 490, 492, 493, 494,
495, 499, 501, 546
- Pemupukan, 54, 60, 84, 128, 130,
134, 209, 289, 321, 322,
325, 326, 330, 339, 340,
345, 353, 359, 379, 444,
447, 450, 459, 465, 501,
504, 519, 520, 521, 527,
547, 558, 559, 646
- Penambat, 30, 35, 37, 128, 130,
134, 289, 296, 297, 298,
305, 453, 473, 479, 522,
676, 687
- Penambat karbon, 37, 479
- Penanggalan karbon, 95
- Penangkaran, 285, 702
- Penataan lahan, 23, 54, 55, 63,
119, 124, 126, 138, 345,
347, 353, 356, 486, 529,
542, 543, 590, 674
- Pencemaran, 36, 43, 45, 52, 66,
129, 276, 342, 439, 440,
459, 462, 523, 529, 552,
553, 554, 557
- Pencucian, 81, 122, 129, 144, 441,
447, 488, 514, 515, 525,
527, 529, 530, 540, 546,
547, 553, 557, 559, 561,
609, 674
- Pendapatan, 4, 12, 19, 25, 50, 51,
52, 56, 62, 63, 64, 67, 68,
69, 86, 126, 166, 259, 278,
347, 375, 377, 378, 379,
380, 381, 382, 383, 403,
404, 412, 413, 418, 423,
429, 431, 433, 434, 440,
441, 460, 493, 565, 566,
567, 569, 571, 572, 576,
577, 579, 580, 581, 582,
583, 588, 590, 591, 592,
594, 607, 614, 618, 621,
622, 635, 645, 648, 669, 676
- Pendapatan petani, 12, 50, 51, 52,
62, 63, 67, 68, 69, 347, 375,
379, 440, 441, 460, 565,
566, 571, 577, 580, 581,
582, 583, 588, 591, 592,
618, 622, 645, 676
- Penerimaan, 63, 377, 426, 579,
580, 587
- Penetasan, 210, 219, 222, 266,
282, 286, 287, 427, 429
- Pengaturan air, 21, 85
- Pengecer, 585, 586, 587, 601, 617,
618
- Pengelolaan, 3, 4, 5, 7, 11, 28, 30,
32, 34, 37, 39, 41, 43, 45,
46, 51, 54, 55, 61, 65, 69,
70, 71, 81, 83, 84, 86, 96,
111, 119, 120, 121, 124,
125, 128, 130, 138, 140,
141, 142, 143, 145, 149,
291, 309, 315, 319, 323,
324, 326, 328, 329, 330,
332, 337, 342, 345, 346,
347, 351, 352, 353, 357,
366, 367, 369, 371, 372,
374, 375, 376, 377, 378,
382, 384, 418, 439, 440,
441, 444, 448, 449, 457,
459, 460, 461, 462, 465,

- 468, 470, 471, 474, 482,
496, 501, 503, 504, 517,
520, 522, 526, 531, 540,
541, 544, 546, 557, 558,
560, 561, 562, 576, 582,
590, 591, 596, 599, 601,
602, 606, 609, 610, 611,
612, 613, 614, 615, 623,
624, 625, 646, 655, 656,
657, 658, 661, 668, 674,
675, 676
- Pengelolaan air, 28, 45, 51, 54, 55,
65, 69, 81, 83, 84, 119, 120,
124, 125, 138, 140, 141,
145, 319, 324, 328, 329,
330, 345, 347, 353, 357,
377, 439, 440, 444, 457,
459, 461, 462, 470, 482,
483, 484, 495, 517, 526,
544, 558, 561, 562, 576,
599, 601, 609, 610, 613,
625, 668, 674, 675, 676
- Pengelolaan lahan, 7, 30, 32, 34,
37, 41, 43, 61, 70, 71, 83,
86, 96, 111, 119, 124, 138,
142, 145, 315, 337, 345,
346, 351, 353, 366, 369,
372, 374, 378, 444, 448,
449, 460, 465, 468, 470,
471, 474, 493, 494, 495,
504, 522, 541, 560, 582,
590, 591, 656, 657, 658, 661
- Pengeluaran, 264, 433, 568, 702
- Pengerutan, 99, 702
- Pengetahuan penduduk, 702
- Penggenangan, 82, 83, 103, 107,
109, 110, 122, 333, 386,
389, 455, 501, 515, 518,
525, 529, 535, 536, 537, 557
- Penggerek batang jagung, 222
- Penggerek batang padi kuning,
202, 203, 204, 205, 206,
207, 226, 239
- Penggerek batang padi putih, 67,
202, 203, 204, 205, 226,
228, 234
- Penggerek polong, 218, 234, 332,
702
- Penggerek tongkol jagung, 222
- Penguatan kelembagaan, 66, 597,
608, 613, 615, 657
- Penumbuhan, 281, 604, 623
- Penutup lahan, 702
- Penyakit, 24, 66, 67, 124, 127, 130,
132, 137, 145, 147, 149, 151,
153, 196, 200, 211, 212, 237,
239, 254, 259, 260, 277, 281, 282
- Penyangga produksi, 9, 12
- Penyuluhan, 12, 25, 62, 63, 574, 595,
600, 607, 608, 625, 654, 656, 669
- Perairan tawar, 284, 315, 341, 343,
431
- Perbengkelan, 371, 375, 380, 382,
403, 405, 622
- Perburuan, 262, 274, 277, 278, 284,
676
- Percepatan adopsi, 403, 590
- Pereduksi, 83, 128, 130, 140, 299,
300, 301, 305, 509, 514
- Perekayasa, 280, 628, 679
- Periodik, 9, 79, 107, 119, 288, 364,
431
- Perluasan areal, 54, 119, 120, 129,
133, 138, 337, 381, 382, 454, 674
- Permodalan, 378, 571, 595, 597, 599,
603, 607, 614, 615, 620, 622, 625
- Perombak, 95, 103, 134, 289, 293,
295, 305, 440, 441, 676
- Persentase karkas, 240, 241, 266,
434, 436
- Persepsi, 26, 28, 41, 70, 103, 313,
379, 467
- Persiapan lahan, 24, 470, 480, 486,
493

- Perspektif, 7, 9, 28, 71, 98, 368, 370, 487, 591, 628, 629, 653, 671
- Pertanian masa depan, 50, 51, 52, 61, 62, 67, 68
- Pertanian modern, 57, 65, 524, 623, 645
- Perubahan iklim, 47, 51, 69, 88, 139, 131, 225, 295, 339, 464, 473, 479, 607
- Pestisida, 50, 57, 58, 66, 68, 71, 121, 135, 138, 274, 297, 333, 631, 641,
- Petani, 12, 19, 20, 41, 42, 50, 51, 54, 55, 56, 61, 63, 64, 66, 68, 69, 83, 86, 128, 131, 134, 135, 140, 142, 146, 147, 150, 165, 166
- pH tanah, 9, 22, 23, 34, 65, 80, 83, 84, 100, 107, 109, 121, 128, 129, 147
- Pintu air, 35, 125, 126, 484, 656, 668
- Pintu pengendali, 329, 330,
- Pirit, 16, 36, 53, 59, 65, 68, 70, 73, 81, 84, 129, 133, 289, 319, 352, 355, 368
- Plasma nutfah, 41, 166, 171, 174, 199, 201, 258, 261, 281, 286, 413, 646
- Pola tanam, 16, 17, 26, 144, 149, 378, 492, 572, 578, 582, 583, 590, 658
- Polder,
- Populasi,
- Polder, 11, 576, 582, 609, 663, 675, 706
- Populasi, 24, 230, 241, 242, 258, 261, 264, 289, 291, 292, 307, 324, 328, 413, 425, 703, 704
- Populasi tanaman, 88, 318, 324, 328, 362, 392
- Porositas, 22, 99, 704
- Posisi tawar, 595, 596, 603, 605, 606, 620
- Potensi, 4, 7, 9, 11, 16, 20, 27, 32, 34, 41, 46, 51, 52, 53, 62, 67, 72, 81, 96, 118, 119, 120, 123, 124, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 138, 142, 143, 152, 154, 158, 159, 161, 162, 164, 249, 256, 257, 260, 261, 263, 268, 277, 280, 281, 282, 283, 295, 302, 306, 323, 328, 343, 367, 368, 375, 377, 379, 413, 417, 425, 430, 465, 476, 478, 498, 500, 501, 519, 539, 541, 547, 554, 566, 569, 621, 627, 631, 633, 634, 642, 647, 648, 649, 653, 655, 656, 657, 665, 669, 675
- Potensial redoks, 704
- Power thresher, 386, 395, 396, 397, 398, 402, 621, 623
- Pranata, 599
- Predasi, 704
- Predator, 203, 213, 225, 230, 231, 232, 263, 277
- Preferensi, 140, 234, 565, 574, 588, 704
- Prinsip keotonomian, 598
- Produksi, 1, 2, 3, 4, 9, 12, 20, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 41, 45, 50, 51, 52, 54, 57, 58, 60, 61, 62, 67, 69, 70, 71, 72, 74, 84, 85, 86, 103, 114, 120, 121, 133, 135, 146, 167, 178, 211, 212, 213, 233, 237, 241, 249, 256, 258, 260, 261, 263, 265, 280, 286, 293, 294, 306, 311, 314, 315, 316, 317, 323, 324, 327, 337, 338, 339, 340, 342, 345, 346, 347, 358, 367,

370, 371, 374, 377, 378,
 379, 380, 381, 382, 383,
 404, 405, 406, 407, 408,
 413, 425, 426, 427, 428,
 429, 430, 431, 432, 436,
 438, 439, 443, 448, 455,
 456, 460, 461, 462, 465,
 471, 488, 492, 493, 501,
 503, 517, 529, 539, 540,
 561, 566, 570, 577, 578,
 602, 603, 605, 606, 608,
 610, 611, 613, 614, 615,
 620, 622, 624, 625, 648,
 653, 654, 655, 656, 657,
 659, 660, 661, 662, 663,
 664, 665, 667, 668, 669,
 670, 673, 675, 676, 677,
 695, 699, 703, 706
 Produktivitas, 12, 43, 46, 50, 51,
 52, 54, 57, 60, 61, 62, 65,
 67, 68, 69, 84, 119, 120,
 121, 124, 127, 128, 129,
 130, 132, 133, 134, 135,
 138, 139, 140, 143, 144,
 145, 152, 154, 158, 161,
 162, 241, 242, 243, 256,
 263, 266, 281, 282, 288,
 340, 342, 352, 353, 357,
 359, 366, 367, 368, 371,
 373, 374, 375, 377, 379,
 380, 382, 383, 385, 392,
 405, 409, 431, 434, 436,
 438, 439, 440, 441, 445,
 448, 456, 457, 460, 461,
 462, 465, 473, 476, 483,
 484, 495, 501, 507, 514,
 519, 522, 523, 525, 526,
 527, 540, 558, 560, 561,
 563, 565, 566, 572, 580,
 589, 590, 594, 595, 596,
 607, 609, 612, 622, 645,
 660, 661, 662, 667, 670,
 674, 675, 676, 677
 Produktivitas lahan, 12, 50, 51, 52,

60, 61, 62, 67, 68, 84, 127,
 129, 140, 145, 305, 315,
 321, 342, 352, 367, 374,
 375, 439, 440, 441, 445,
 456, 457, 460, 462, 476,
 483, 501, 514, 519, 523,
 565, 566, 580, 590, 612,
 659, 674, 675, 676
 Produktivitas padi, 54, 119, 120,
 121, 129, 133, 134, 135,
 138, 139, 140, 161, 162,
 380, 392, 526, 572, 594,
 609, 612, 655, 659, 660
 Proporsi, 15, 211, 615
 Protein hewani, 704
 Psiko-sosial, 263
 Purun tikus, 66, 206, 238, 321,
 339, 343, 517, 518, 554,
 555, 557, 645

R

Ramah lingkungan, 237, 558, 629
 Rantai niaga/pasokan, 653, 669
 Rantai pemasaran, 704
 Rawa, 7, 9, 12, 13, 14, 16, 18, 21,
 27, 28, 29, 30, 38, 46, 47,
 49, 50, 52, 53, 56, 68, 69,
 70, 71, 72, 73, 74, 76, 77,
 78, 81, 84, 86, 87, 88, 89,
 90, 91, 98, 119, 121, 128,
 130, 138, 139, 140, 142,
 143, 162, 163, 164, 165,
 167, 174, 184, 186, 199,
 200, 201, 202, 237, 238,
 239, 242, 244, 257, 258,
 259, 262, 263, 276, 279,
 285, 288, 290, 293, 307,
 308, 311, 314, 315, 322,
 339, 340, 341, 342, 343,
 345, 347, 366, 367, 368,
 369, 370, 371, 399, 406,
 408, 411, 412, 413, 416,

436, 437, 438, 439, 466,
 498, 499, 500, 501, 503,
 504, 505, 506, 525, 526,
 527, 528, 529, 548, 558,
 560, 562, 567, 568, 570,
 580, 589, 590, 591, 592,
 626, 627, 628, 629, 631,
 632, 634, 649, 650, 651,
 652, 653, 655, 656, 657,
 660, 662, 666, 667, 670,
 671, 704
 Rawan pangan, 316, 705
 Rawa pantai, 2, 74, 76, 77, 78, 79,
 81, 85, 86
 R/c, 416, 432, 433, 576, 577, 578,
 579, 580, 583, 705
 Reaper, 395, 396, 621
 Reduksi, 23, 75, 82, 83, 106, 107,
 109, 121, 128, 130, 292,
 295, 296, 299, 300, 502,
 503, 505, 510, 511, 512,
 517, 518, 522, 523, 530,
 531, 532, 535, 536, 537,
 538, 539, 540, 546
 Regulasi, 4, 46, 311, 338, 615, 654,
 657, 669
 Rehabilitasi, 87, 472, 479, 482,
 666, 705
 Reklamasi, 62, 66, 81, 84, 116,
 123, 313, 343, 353, 507,
 514, 515, 522, 530, 609,
 610, 611
 Rekording, 279, 282
 Remediasi, 119, 124, 128, 129,
 138, 145, 459, 460, 470,
 472, 494, 529, 557, 674
 Rendemen, 137, 390, 400, 401
 Reservoir, 280, 473
 Resi gudang, 584, 589, 617, 620
 Respirasi, 705
 Restorasi, 336, 470, 472, 475, 478,
 494, 499
 Revegetasi, 464, 479, 490, 705
 Revitalisasi, 67, 259, 592, 666, 705

Rhizobium, 297, 705
 Rice transplanter, 388, 392, 393,
 405, 408
 Rintak, 17, 150, 659
 Riptortus linearis, 220, 235, 237,
 332, 705
 Rosot karbon, 30, 32
 Rumah tangga, 2, 25, 38, 86, 181,
 569, 571, 580, 581, 582,
 590, 594
 Rumbia, 315, 334, 336
 Rumpun ternak, 279

S

Sagu, 42, 265, 279, 311, 312, 315,
 332, 333, 334, 335, 336,
 337, 338, 339, 344, 426,
 456, 543, 654
 Salinisasi, 79
 Salinitas, 5, 59, 73, 74, 79, 80, 82,
 85, 86, 89, 131, 144, 539,
 548, 610
 Saluran, 30, 31, 34, 35, 40, 53, 54,
 59, 65, 66, 74, 81, 84, 85,
 123, 125, 144, 161, 246,
 255, 319, 324, 325, 328,
 329, 335, 348, 349, 355,
 356, 357, 386, 387, 411,
 444, 445, 446, 447, 452,
 470, 471, 472, 476, 479,
 483, 484, 485, 494, 503,
 504, 514, 515, 516, 524,
 529, 530, 539, 540, 541,
 544, 545, 547, 552, 553,
 555, 585, 586, 587, 611,
 618, 656, 664, 669
 Saluran cacing/caren, 325
 Saluran pemasaran, 585, 586, 587,
 618
 Saluran primer, 504, 514, 530, 540,
 611
 Saluran sekunder, 125, 144, 161,
 504, 530, 545, 553, 611

- Saluran tersier, 706
 Sambatan, 600
 Sapi, 257, 258, 412, 421, 422, 436, 437, 627, 706
 Saprik, 14, 44, 73, 80, 97, 98, 99, 351, 352, 450, 451
 Sarana produksi, 12, 25, 26, 52, 60, 61, 377, 378, 595, 596, 600, 601, 602, 603, 610, 613, 614, 625, 655, 669
 Sawit dupa, 127
 Scirpophaga incertulas, 203, 234, 706
 Scirpophaga innotata, 203, 234, 706
 Scotinophora sp, 226, 706
 Sedimen, 11, 75, 76, 77, 91, 93, 94, 106, 306, 442, 514
 Sedimen marin, 106, 706
 Sedimentasi, 91, 92, 95
 Seleksi, 266, 279, 281, 282, 285, 647
 Semak belukar, 12, 30, 44, 45, 274, 353, 439, 442, 443, 461, 475
 Semangka, 358, 360, 521, 706
 Semi intensif, 265, 412, 418, 426
 Senyawa kimia, 102, 292, 641, 645
 Senyawa sulfat, 706
 Sifat biologi, 706
 Sifat fisika, 22, 97, 109, 450, 451, 706
 Sifat kimia, 9, 60, 100, 352, 449, 706
 Siklus hara, 100, 288, 289, 293, 305, 321, 446, 676
 Siklus hara tertutup, 321
 Simpan pinjam, 601
 Sistem informasi, 235, 596, 653, 669
 Sistem lanting, 265, 285, 426
 Sistem pancingan, 706
 Sistem polder, 11, 609
 Sistem surjan, 7, 17, 54, 55, 119, 126, 138, 167, 168, 170, 174, 347, 353, 357, 486, 487, 534, 542, 572, 573, 577, 578, 579, 583, 659
 Sistem usahatani, 29, 340, 589, 629
 Sistim tabat, 483, 535
 Skim kredit, 376, 615
 Social capital, 598
 Sonor, 390
 Sosial ekonomi, 3, 25, 26, 41, 45, 62, 66, 81, 140, 240, 261, 280, 374, 376, 383, 405, 442, 470, 482, 495, 566, 567, 593, 595, 596, 620, 653, 660, 675
 Spanish, 156, 157, 707
 Spesialisasi, 282, 429
 Spesies, 5, 20, 186, 199, 202, 203, 206, 213, 215, 218, 222, 226, 227, 231, 238, 262, 268, 272, 283, 289, 298, 299, 304, 305, 482, 539, 552, 632, 642
 Spodoptera exempta, 707
 Spodoptera litura, 71
 Stabilitas harga, 653, 669
 Standarisasi, 24, 279, 282, 376
 Status lahan, 653, 668
 Stok penyangga, 653, 669
 Strategi, 12, 52, 62, 121, 234, 236, 259, 276, 377, 517, 529, 591, 615, 623, 657, 666
 Stratigrafi, 102
 Stripper, 396, 407
 Struktur pasar, 565, 585, 586, 588, 707
 Subiden, 707
 Subsidence, 351, 446, 458
 Subsistensi, 55, 444, 445, 446, 452, 457, 471, 482, 698
 Subsistem, 403, 404, 622
 Subsisten, 372, 379, 402, 566, 571, 572, 599
 Substratum, 36, 44, 73, 80, 101,

- 113, 352, 480
- Sulfat, 3, 44, 50, 51, 55, 58, 59, 66, 70, 73, 74, 75, 79, 81, 82, 83, 84, 91, 92, 94, 102, 106, 107, 108, 109, 110, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 137, 138, 139, 140, 147, 162, 166, 198, 289, 291, 294, 295, 297, 298, 299, 300, 301, 305, 306, 307, 317, 319, 320, 321, 331, 339, 341, 342, 343, 349, 358, 370, 386, 408, 410, 465, 472, 488, 501, 502, 503, 505, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 514, 515, 516, 517, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 526, 527, 529, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 576, 577, 578, 585, 658, 673, 674, 676, 697, 706, 708
- Sulfat masam, 3, 44, 50, 51, 55, 58, 59, 70, 73, 74, 75, 79, 81, 82, 83, 84, 91, 92, 94, 106, 107, 108, 109, 110, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 137, 138, 331, 339, 341, 342, 343, 358, 359, 361, 362, 367, 369, 370, 386, 408, 410, 465, 472, 488, 501, 502, 503, 507, 508, 509, 510, 526, 527, 529, 530, 531, 532, 534, 535, 536, 537, 543, 544, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 576, 577, 578, 585, 658, 673, 674, 676, 697, 706, 708
- Sulfat masam potensial, 58, 74, 75, 110, 121, 361, 362, 367, 369, 370, 408, 507, 508, 522, 541, 542, 549, 550, 560, 585
- Sumber bibit, 266, 708
- Sumberdaya, 4, 5, 7, 12, 23, 27, 30, 32, 37, 38, 41, 44, 45, 56, 61, 62, 73, 81, 85, 86, 87, 96, 119, 165, 199, 258, 306, 312, 315, 319, 366, 372, 378, 379, 384, 403, 441, 446, 457, 460, 461, 472, 473, 477, 483, 487, 488, 493, 494, 563, 566, 567, 568, 571, 573, 595, 599, 600, 602, 607, 622, 631, 632, 641, 646, 647, 648, 649, 673, 674, 675
- Sumberdaya alam, 12, 56, 81, 96, 312, 441, 488, 566, 595, 632, 641, 646
- Sumberdaya genetika, 5, 258, 460, 461, 631, 646, 647, 648, 649, 674, 675
- Sumberdaya manusia, 61, 73, 85, 87, 384, 566, 568, 571, 595, 622
- Surjan, 7, 17, 19, 54, 55, 119, 126, 127, 138, 144, 167, 168, 170, 174, 176, 177, 327, 338, 347, 348, 353, 354, 355, 356, 357, 486, 487, 534, 542, 543, 567, 572, 573, 576, 577, 578, 579, 583, 593, 659, 707
- Surung, 17, 150, 659
- Swadaya, 8, 11, 41, 64, 601, 606, 607, 608, 653, 657
- Swasembada pangan, 28, 47, 69, 238, 339, 340, 342, 343, 466, 498, 525, 592, 627

T

- Tabat, 53, 85, 120, 125, 126, 145, 323, 325, 329, 475, 478, 483, 484, 485, 498, 535, 544, 545, 547, 557, 567, 707
- Tabukan, 126, 127, 144, 167, 170, 541, 576
- Tanah gambut, 3, 14, 21, 31, 32, 34, 44, 47, 59, 60, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 83, 86, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 116, 166, 289, 290, 291, 292, 298, 323, 325, 327, 328, 329, 336, 346, 348, 351, 356, 369, 439, 440, 443, 445, 446, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 465, 472, 474, 475, 476, 478, 480, 483, 487, 488, 489
- Tanah mineral, 3, 21, 22, 23, 34, 35, 36, 47, 74, 75, 76, 80, 86, 91, 94, 98, 289, 323, 325, 327, 328, 329, 334, 338, 346, 348, 389, 440, 444, 471, 472, 474, 480, 488, 505, 509, 518, 534, 549, 633
- Tanah salin, 73, 708
- Tanah sulfat masam, 75, 91, 94, 106, 107, 109, 370, 507, 508, 514, 522, 523, 529, 531, 535, 541, 546, 708
- Tanaman hortikultura, 19, 56, 200, 347, 357, 358, 359, 366, 456, 461, 520, 521
- Tanaman obat, 50, 67, 68, 196, 494, 633, 634, 635, 639, 640, 647, 650, 651
- Tanaman pangan, 2, 4, 7, 8, 12, 16, 17, 18, 23, 30, 33, 34, 35, 46, 55, 56, 70, 71, 82, 84, 139, 217, 311, 313, 314, 332, 340, 362, 377, 403, 406, 410, 417, 456, 461, 465, 466, 494, 524, 525, 547, 561, 565, 566, 572, 575, 576, 577, 588, 594, 608, 621, 657, 673
- Tanaman perkebunan, 30, 55, 56, 332, 461, 575
- Tanggul keliling, 609
- Tanpa olah tanah, 708
- Tata air mikro, 708
- Tatalaksana, 242, 676
- Teknologi, 4, 7, 21, 26, 27, 43, 50, 51, 53, 54, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 69, 81, 85, 86, 87, 119, 121, 124, 127, 128, 129, 134, 135, 138, 140, 141, 142, 182, 192, 212, 234, 235, 258, 261, 278, 280, 287, 311, 314, 315, 319, 320, 322, 324, 328, 337, 338, 339, 341, 345, 347, 366, 368, 369, 371, 372, 373, 374, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 388, 389, 395, 403, 404, 406, 407, 421, 422, 423, 432, 439, 441, 448, 456, 460, 461, 473, 476, 484, 495, 501, 504, 529, 531, 543, 546, 552, 558, 566, 567, 568, 572, 573, 574, 575, 587, 590, 591, 592, 594, 595, 596, 599, 600, 602, 604, 607, 608, 615, 616, 653, 654, 656, 660, 668, 669, 670, 673, 674, 676, 693
- Teknologi tepat guna, 62, 278
- Telenomus dignoides, 226, 202, 708
- Telenomus japonicum, 226, 202,

- Telenomus rowani, 226, 202,
Telenomus triptus, 226, 202,
Telenomus dingus, 226, 202,
Tenaga kerja, 42, 50, 52, 61, 63,
68, 240, 256, 318, 372, 374,
377, 378, 380, 384, 385,
387, 388, 390, 392, 393,
394, 397, 398, 404, 405,
407, 418, 566, 567, 569,
570, 572, 573, 574, 577,
579, 580, 593, 596, 599,
623, 655, 668, 677
Terapung, 265
Ternak, 12, 39, 42, 45, 57, 63, 135,
165, 166, 240, 241, 243,
245, 246, 247, 249, 251,
252, 253, 254, 255, 256,
257, 258, 259, 260, 261,
262, 263, 276, 278, 279,
280, 281, 282, 323, 325,
334, 379, 382, 385, 390,
409, 410, 411, 412, 413,
414, 415, 416, 417, 420,
421, 422, 423, 424, 425,
426, 428, 429, 430, 431,
432, 434, 435, 436, 437,
455, 487, 490, 565, 566,
570, 572, 573, 579, 580,
581, 582, 587, 588, 593,
594, 698, 705
Tipe luapan, 2, 3, 54, 58, 78, 81,
84, 120, 121, 122, 123, 124,
125, 126, 127, 130, 133,
144, 147, 160, 162, 167,
186, 311, 318, 323, 325,
327, 338, 346, 348, 353,
355, 383, 387, 399, 484,
486, 531, 532, 535, 542,
545, 546, 557, 573, 576,
578, 583, 609, 658, 659,
673, 674
Tipe luapan air, 84, 121, 144, 147,
160, 162, 186, 318, 531, 542
Tipologi lahan, 24, 32, 58, 73, 78,
80, 81, 84, 86, 121, 239,
313, 353, 385, 484, 486,
520, 541, 542, 576, 578,
621, 659, 673
Tipologi luapan, 73, 85, 87, 124
Toksik, 55, 66, 289, 303, 321, 350,
351, 447, 529, 535, 546,
547, 549, 553, 641, 642, 674
Toleran, 5, 73, 77, 85, 87, 127, 130,
137, 146, 156, 158, 176,
183, 189, 289, 297, 317,
324, 328, 490, 529, 547,
548, 549, 552, 557, 674, 676
Topogen, 75, 80, 369, 474
Topografi lahan, 375
Transformasi, 103, 106, 294, 381,
623, 624
Transformasi pertanian, 381, 623,
624
Trichogramma chilonis, 202, 228,
236, 709
Tropika, 46, 268, 369, 468, 526,
592, 709
Tukungan, 19, 54, 55, 167, 170,
176, 353, 354, 355, 357,
479, 486, 542, 543

U
Ubi nagara, 19, 160
Ulat grayak, 66, 202, 213, 216,
217, 222, 225, 235, 236,
364, 642
Ulat helicoverpa, 202, 213
Ulat penggulung daun, 202, 213,
217
Unggas, 12, 19, 20, 24, 26, 39, 45,
261, 262, 263, 267, 277,
279, 282, 285, 286, 409,
410, 411, 412, 425, 426,
431, 432, 436, 676
Unggas rawa, 261, 262, 263, 267,
277, 279, 282
Upaya khusus, 314, 709

Upja, 371, 377, 378, 382, 402, 403,
404, 405, 406, 407, 595,
600, 620, 621, 622, 623,
624, 625, 709, 710

Upsus, 120, 314, 315, 337, 338,
384

Usaha mikro, 615

Usaha tani, 36, 63, 135, 501, 609,
613, 621, 623, 645, 647, 669

V

Valensia, 156, 157, 710

Varietas, 5, 7, 27, 54, 58, 63, 69,
73, 87, 88, 89, 119, 121,
123, 124, 127, 129, 130,
131, 132, 133, 134, 137,
138, 139, 141, 143, 145,
146, 147, 148, 149, 152,
153, 154, 155, 156, 157,
158, 159, 160, 161, 162,
163, 165, 166, 167, 171,
172, 174, 178, 183, 188,
197, 198, 199, 200, 205,
207, 209, 210, 215, 223,
297, 317, 318, 324, 328,
334, 335, 338, 340, 341,
357, 361, 362, 364, 366,
368, 369, 378, 379, 384,
388, 392, 395, 398, 401,
504, 520, 529, 538, 539,
547, 548, 549, 557, 565,
567, 573, 574, 575, 577,
588, 590, 593, 623, 653,
654, 658, 659, 660, 674,
676, 677

Varietas unggul, 58, 121, 124, 127,
129, 130, 131, 132, 133,
147, 149, 161, 162, 165,
166, 171, 172, 178, 183,
188, 197, 199, 210, 317,
318, 324, 378, 379, 388,
653, 654, 659, 660

Vegetasi, 38, 48, 80, 92, 93, 95,

101, 103, 106, 253, 276,
288, 290, 291, 292, 442,
443, 445, 446, 474, 477,
478, 479, 490, 491, 492, 560

Vertebrata, 710

Village breeding center, 710

W

Wadah air, 92

Walang sangit, 202, 204, 212, 213,
220, 234, 236, 575

Wereng hijau, 202, 204, 210, 211,
212, 231, 645

X

Xanthopimpla punctata, 202, 228

Y

Yasinan, 600, 710

Yuridiksi, 710

Z

Zeolit, 129, 551, 555, 556

Zona, 74, 76, 77, 86, 141, 593, 710

BIODATA PENULIS

Ahmad Subhan. Peneliti Muda Bidang Kepakaran Peternakan dan Ilmu Ternak, Bidang Penelitian Budidaya dan Produksi Ternak, pada BPTP Balitbangtan Kalsel, BBP2TP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: ahmadsubhan1970@gmail.com

Ani Susilawati. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: ani.nbl@gmail.com

Anjar Suprpto. Perekrayasa Muda Bidang Kepakaran dan Penelitian Teknologi Mekanisasi Pertanian pada Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: anjarsup@gmail.com

Anna Hairani. Peneliti Muda Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: annagp8@gmail.com

Arifin Fahmi. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: fahmi.nbl@gmail.com

Arthanur Rifqi Hidayat. Calon Peneliti pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: arthanurrifqihidayat@gmail.com

Dakhyar Nazemi. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Budidaya Tanaman pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: nazemidahyar@gmail.com

Eni Siti Rohaeni. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Peternakan dan Ilmu Ternak, Bidang Penelitian Budidaya dan Produksi Ternak, pada BPTP Balitbangtan Kalsel, BBP2TP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: eni_najib@yahoo.co.id

Eni Maftu'ah. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: eni_balittra@yahoo.com

Helda Orbani Rosa. Lektor Kepala, Bidang Kepakaran Hama Tanaman, Bidang Penelitian Pengendalian Hayati. Fakultas Pertanian Unlam, Kemenristekdikti. Email: heldaorbanirosa@unlam.ac.id

Herman Subagio. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Ekonomi, Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Bidang Penelitian Ekonomi Pertanian dan Kebijakan Pertanian pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: herman.subagio@yahoo.com

Izhar Khairullah. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Budidaya Tanaman pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: izhar.balittra@gmail.com

Khairil Anwar. Peneliti Utama Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: khairil1960@yahoo.com

Koesrini. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Pemuliaan dan Genetika Tanaman pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: rinirhido@yahoo.com

Linda Indrayati. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Budidaya Tanaman pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: linda_deni@yahoo.com

Masganti. Profesor Riset Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: masgambut59@yahoo.com

Maulia Aries Susanti. Peneliti Pratama Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Hama dan Penyakit Tanaman pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: liya_balittra@yahoo.com

Mawardi. Peneliti Muda Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: mawardi37@yahoo.co.id

Muhammad Alwi. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: alwi_62@yahoo.co.id

Muhammad Noor. Profesor Riset Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: m_noor_balittra@yahoo.co.id

Muhammad Saleh. Peneliti Utama Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Pemuliaan dan Genetika Tanaman pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: saleh_duransyah@yahoo.com

Muhammad Thamrin. Peneliti Utama Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Hama dan Penyakit Tanaman pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: thamrintasrifin@gmail.com

Muhammad Yasin. Peneliti Utama Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Hama dan Penyakit Tanaman pada BPTP Balitbangtan Sulsel, BBP2TP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: Yasin311962@yahoo.com

Mukhlis. Peneliti Utama Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: mukhlisbalittra@yahoo.com

Muslimin. Kepala BPTP Kalsel dan Peneliti Muda Bidang Kepakaran Ekonomi, Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Bidang Penelitian Ekonomi Pertanian dan Kebijakan Pertanian pada BPTP Balitbangtan Kalsel, BBP2TP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: muspaowe@yahoo.com

Nurita. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Budidaya Tanaman pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: Nurita.balittra@gmail.com

Nur Wakhid. Calon Peneliti pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: nurwakhid999@gmail.com

R. Smith Simatupang. Peneliti Utama Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Budidaya Tanaman pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: rsmith_simatupang@yahoo.co.id

Siti Nurzakiah. Peneliti Muda Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: zakiah_balittra@yahoo.co.id

Sudirman Umar. Peneliti Utama Bidang Kepakaran Mekanisasi Pertanian, Bidang Penelitian Mekanisasi Pertanian lainnya pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: sudirman_pbr@yahoo.co.id

Suryana. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Peternakan dan Ilmu Ternak, Bidang Penelitian Budidaya dan Produksi Ternak, pada BPTP Balitbangtan Kalsel BBP2TP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: suryanakalsel@yahoo.com

Syaiful Asikin. Peneliti Utama Bidang Kepakaran Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Bidang Penelitian Hama dan Penyakit Tanaman pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: asikin_balittra@yahoo.co.id

Trip Alihamsyah. Peneliti Utama Bidang Teknologi Mekanisasi Pertanian pada Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP), Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: maduraputra@yahoo.com

Vika Mayasari. Calon Peneliti pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: vikamaya.balittra@gmail.com

Wahida Annisa. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agro-klimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: annisa_balittra@yahoo.com

Yanti Rina Darsani. Peneliti Utama Bidang Kepakaran Ekonomi, Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Bidang Penelitian Ekonomi Pertanian dan Kebijakan Pertanian pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: tuha13@yahoo.co.id

Yulia Raihana. Peneliti Madya Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agro-klimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: yuliaraihan4@gmail.com

Yuli Lestari. Peneliti Muda Bidang Kepakaran Ilmu Tanah, Agroklimatologi dan Hidrologi, Bidang Penelitian Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim pada Balittra, BBSDLP, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. Email: yulibalittra70@yahoo.com