



PENGELOLAAN HARA DAN TANAMAN

BAHAN RAWA PASANG SURUT

Dr. Ir. Masganti, M.S.
Ir. R. Smith Simatupang, M.P.
Dr. Ir. Muhammad Alwi, M.S.
Dr. Ir. Izhar Khairullah, M.P.
Dr. Siti Nurzakiah, S.P, M.Si.

Editor Pelaksana:
Moch. Arif Afianto, S.Kom.

PENGELOLAAN HARA DAN TANAMAN

DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Prof. Dr. Ir. Masganti, M.S.
Ir. R. Smith Simatupang, M.P.
Dr. Ir. Muhammad Alwi, M.S.
Dr. Ir. Izhar Khairullah, M.P
Dr. Siti Nurzakiah, S.P, M.Si.

Editor Pelaksana:
Moch. Arif Afianto, S.Kom.



RAJAWALI PERS
Divisi Buku Perguruan Tinggi
PT RajaGrafindo Persada
DEPOK

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam terbitan (KDT)

Masganti, dkk.

Pengelolaan Hara dan Tanaman di Lahan Rawa Pasang Surut/Masganti, dkk.

—Ed. 1—Cet. 1.—Depok: Rajawali Pers, 2022.

xxii, 258 hlm., 23 cm

Bibliografi ada dalam setiap bab

ISBN 978-623-372-771-6

Hak cipta 2022, 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

2022.3811 RAJ

Prof (R) Dr. Ir. Masganti, M.S.

Ir. R. Smith Simatupang, M.P.

Dr. Ir. Muhammad Alwi, M.S.

Dr. Ir. Izhar Khairullah, M.P.

Dr. Siti Nurzakiah, S.P., M.Si.

PENGLOLAAN HARA DAN TANAMAN DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Cetakan ke-1, Desember 2022

Hak penerbitan pada PT RajaGrafindo Persada, Depok

Editor : Indi Vidyafi

Setter : Jaenudin

Desain Cover : Tim Kreatif RGP

Dicetak di Rajawali Printing

PT RAJAGRAFINDO PERSADA

Anggota IKAPI

Kantor Pusat:

Jl. Raya Leuwinanggung, No.112, Kel. Leuwinanggung, Kec. Tapos, Kota Depok 16456

Telepon : (021) 84311162

E-mail : rajapers@rajagrafindo.co.id <http://www.rajagrafindo.co.id>

Perwakilan:

Jakarta-16456 Jl. Raya Leuwinanggung No. 112, Kel. Leuwinanggung, Kec. Tapos, Depok, Telp. (021) 84311162. Bandung-40243, Jl. H. Kundi Timur No. 8 Komplek Kundi, Telp. 022-5206202. Yogyakarta-Perum. Pondok Soragan Indah Blok A1, Jl. Soragan, Ngestiharjo, Kasihan, Bantul, Telp. 0274-625093. Surabaya-60118, Jl. Rungkut Harapan Blok A No. 09, Telp. 031-8700819. Palembang-30137, Jl. Macan Kumbang III No. 10/4459 RT 78 Kel. Demang Lebar Daun, Telp. 0711-445062. Pekanbaru-28294, Perum De' Diandra Land Blok C 1 No. 1, Jl. Kartama Marpojan Damai, Telp. 0761-65807. Medan-20144, Jl. Eka Rasmid Gg. Eka Rossa No. 3A Blok A Komplek Johor Residence Kec. Medan Johor, Telp. 061-7871546. Makassar-90221, Jl. Sultan Alauddin Komp. Bumi Permata Hijau Bumi 14 Blok A14 No. 3, Telp. 0411-861618. Banjarmasin-70114, Jl. Ball No. 31 Rt 05, Telp. 0511-3352060. Bali, Jl. Imam Borjol Gg 100/V No. 2, Denpasar Telp. (0361) 8607995. Bandar Lampung-35115, Perum. Bilabong Jaya Block BB No. 3 Susunan Baru, Langkapura, Hp. 081299047094.

PRAKATA

Pertambahan penduduk, peningkatan kebutuhan energi individu, dan tekad Pemerintah Republik Indonesia untuk menjadi lumbung pangan dunia (LPD) pada tahun 2045 mengharuskan Pemerintah Indonesia pada masa mendatang menyediakan jumlah pangan yang lebih banyak. Di sisi lain terjadi ancaman ketersediaan bahan pangan terkait: (1) ketersediaan lahan; (2) pengurangan luas lahan garapan; (3) degradasi kesuburan tanah; (4) penurunan jumlah petani dan minat taruna tani; (5) kerusakan infrastruktur pertanian; (6) gangguan berproduksi; (7) tata ruang pertanian; dan (8) penerapan teknologi.

Garansi ketersediaan bahan pangan sepanjang tahun harus diperoleh masyarakat untuk menjamin lahirnya generasi tangguh Indonesia. Pulau Jawa yang selama ini memasok sekitar 60% kebutuhan pangan Indonesia, kini mulai mengalami penurunan kapasitas produksi salah satunya akibat laju alih fungsi lahan. Oleh karena itu, orientasi pembangunan pertanian Indonesia harus mampu memanfaatkan lahan suboptimal di luar Pulau Jawa, sekaligus mengembangkan ekonomi wilayah.

Lahan rawa pasang surut menjadi salah satu andalan dalam pembangunan pertanian di Indonesia. Ada beberapa pertimbangan yang

menyebabkan lahan ini menjadi tumpuan pembangunan pertanian, khususnya budi daya padi, yaitu (1) dari segi luas tercatat 8,92 juta hektare lahan rawa pasang surut yang sebagian berpotensi untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian untuk mengimbangi laju penciptaan lahan; (2) alih fungsi lahan relatif rendah, bahkan tidak ada; (3) pola produksi padi bersifat komplementer; dan (4) tersedia teknologi produksi yang sudah teruji di lapangan.

Pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut menghadapi kendala terkait dengan sifat kimia, fisik, dan biologi tanah. Tanah di lahan rawa pasang surut dilaporkan mempunyai kesuburan yang rendah, tecermin dari kemasaman yang tinggi, ketersediaan hara utama seperti N, P, K, dan Ca yang rendah, keracunan besi dan Al serta salinitas. Keadaan tersebut juga tidak didukung oleh sifat fisik yang baik seperti *bulk density*, tingkat dekomposisi gambut, dan laju subsidensi. Lahan rawa pasang surut juga dilaporkan mempunyai keterbatasan dengan jenis dan populasi mikroorganisme yang mendukung pertumbuhan tanaman. Hal lain yang menjadi pembatas pengembangan pertanian adalah kondisi sosial ekonomi petani. Keadaan tersebut menyebabkan produktivitas tanaman menjadi rendah sehingga kontribusi lahan rawa pasang surut terhadap penyediaan bahan pangan nasional, masih tergolong rendah. Peningkatan peran lahan rawa pasang surut dalam penyediaan bahan pangan nasional harus dilakukan secara terintegrasi antarfaktor penentu keberhasilan pembangunan pertanian.

Ketersediaan teknologi menjadi harapan utama untuk dapat mendongkrak produktivitas tanaman pertanian di lahan rawa pasang surut. Buku ini memuat 11 bab yang secara umum membahas tentang teknologi pengelolaan hara dan tanaman untuk meningkatkan produktivitas tanaman pertanian di lahan rawa pasang surut. Aspek hara yang dibahas meliputi sifat-sifat tanah di lahan rawa pasang surut, dan teknologi pengelolaan hara meliputi pemupukan dan ameliorasi. Secara umum, buku ini membahas tentang komoditas pertanian, dan secara khusus membahas komoditas padi, ubi kayu, dan talas sebagai bahan pangan.

Bab 1 berisi Pendahuluan yang merangkum secara keseluruhan materi dalam buku ini; Bab 2 berjudul Teknologi Ameliorasi dan Pemupukan Padi di Lahan Gambut; Bab 3 berjudul Pengelolaan Lahan dan Tanaman Padi di Lahan Salin; Bab 4 berjudul Karakteristik,

Masalah dan Pengelolaan Hara di Tanah Salin; Bab 5 membahas Perbaikan Kualitas Lahan Potensial Melalui Pengelolaan Jerami Padi; Bab 6 membahas Pengelolaan Tanaman Padi Inhibrida di Lahan Sulfat Masam; Bab 7 mengemukakan Padi Toleran Keracunan Besi di Lahan Pasang Surut Sulfat Masam: Aspek Tanah dan Tanaman; Bab 8 berjudul Perspektif Pengembangan Tanaman Ubi Kayu di Lahan Rawa Pasang Surut Sulfat Masam; Bab 9 berjudul Perspektif Pembudidayaan Tanaman Talas sebagai Sumber Karbohidrat Alternatif di Lahan Rawa Pasang Surut; Bab 10 membahas Teknologi Budidaya Ubi Jalar di Lahan Rawa; dan Bab 11 sebagai penutup mengangkat judul Lahan Rawa Pasang Surut Terobosan Penyediaan Pangan di Masa Datang.

Pembangunan pertanian perlu terus dipacu untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional dengan menggunakan berbagai teknologi yang telah dihasilkan. Buku ini merupakan salah satu sumber teknologi yang dapat dimanfaatkan oleh peneliti, penyuluh, mahasiswa, petani, dan pengambil kebijakan dalam mengembangkan pertanian di lahan rawa pasang surut. Teknologi pertanian di lahan rawa pasang surut perlu didinamisasi melalui informasi teknologi pengelolaan hara dan tanaman agar pemanfaatan lahan menjadi optimal. Kami berharap agar ada umpan balik untuk perbaikan buku ini. Kami mohon maaf atas keterbatasan informasi teknologi pengelolaan hara dan tanaman di lahan rawa pasang surut yang kami sajikan dalam buku ini. Harapan kami, semoga buku ini bermanfaat kepada segenap *stakeholder*.

Banjarbaru, Desember 2022

Tim Penyusun



DAFTAR ISI

PRAKATA	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB 1 PROSPEK PENINGKATAN PRODUKSI TANAMAN PANGAN DI LAHAN RAWA PASANG SURUT	
<i>(Izhar Khairullah dan Muhammad Alwi)</i>	1
A. Pendahuluan	1
B. Penutup	6
Daftar Pustaka	7
BAB 2 TEKNOLOGI AMELIORASI DAN PEMUPUKAN PADI DI LAHAN GAMBUT	
<i>(Masganti, Khairil Anwar, dan Andin Muhammad Abduh)</i>	9
A. Ringkasan	9
B. Pendahuluan	10

C.	Potensi Lahan Gambut	11
D.	Karakteristik dan Masalah Kesuburan Tanah Gambut	14
E.	Ameliorasi dan Pemupukan Tanah Gambut untuk Budi Daya Padi	25
F.	Penutup	30
	Daftar Pustaka	31
BAB 3	PENGELOLAAN LAHAN DAN TANAMAN PADI DI LAHAN SALIN	
	<i>(Masganti, Yanti Rina D., Muhammad Saleh, dan Rusmila Agustina)</i>	39
A.	Ringkasan	39
B.	Pendahuluan	40
C.	Potensi, Penyebab, dan Klasifikasi Lahan Salin	42
D.	Toleransi dan Produktivitas Tanaman	47
E.	Pengelolaan Lahan Salin untuk Budi Daya Padi	52
F.	Penutup	59
	Daftar Pustaka	60
BAB 4	KARAKTERISTIK, MASALAH, DAN PENGELOLAAN HARA DI TANAH SALIN	
	<i>(Muhammad Alwi, Masganti, dan Khairil Anwar)</i>	65
A.	Ringkasan	65
B.	Pendahuluan	66
C.	Karakteristik Tanah Salin	68
D.	Masalah Tanah Salin	73
E.	Pengelolaan Hara Tanah	75
F.	Penutup	79
	Daftar Pustaka	79

BAB 5	PERBAIKAN KUALITAS LAHAN POTENSIAL MELALUI PENGELOLAAN JERAMI PADI	
	<i>(Muhammad Alwi, Arifin Fahmi, dan Anna Hairani)</i>	85
A.	Ringkasan	85
B.	Pendahuluan	86
C.	Karakteristik Tanah di Lahan Potensial	88
D.	Status Hara Lahan Potensial	89
E.	Pengelolaan Jerami Padi	92
F.	Siklus Hara	96
G.	Penutup	99
	Daftar Pustaka	100
 BAB 6	 PENGELOLAAN TANAMAN PADI INHIBRIDA DI LAHAN SULFAT MASAM	
	<i>(Koesrini dan Siti Nurzakiah)</i>	105
A.	Ringkasan	105
B.	Pendahuluan	106
C.	Lahan Sulfat Masam	108
D.	Karakteristik Varietas Padi Inbrida	108
E.	Pengelolaan Tanaman Padi Inbrida	115
F.	Penutup	125
	Daftar Pustaka	125
 BAB 7	 PADI TOLERAN KERACUNAN BESI DI LAHAN PASANG SURUT SULFAT MASAM: ASPEK TANAH DAN TANAMAN	
	<i>(Izhar Khairullah dan Arifin Fahmi)</i>	129
A.	Ringkasan	129
B.	Pendahuluan	130
C.	Besi di Tanah Sulfat Masam	131
D.	Besi dalam Tanaman Padi	137
E.	Penutup	144
	Daftar Pustaka	145

BAB 8 PERSPEKTIF PENGEMBANGAN TANAMAN UBI KAYU DI LAHAN RAWA PASANG SURUT SULFAT MASAM	
<i>(R. Smith Simatupang, Muhammad Saleh, dan Rusmila Agustina)</i>	153
A. Ringkasan	153
B. Pendahuluan	154
C. Lahan Sulfat Masam	157
D. Teknologi Inovatif Budi Daya Ubi Kayu	160
E. Perspektif Pengembangan Ubi Kayu	172
F. Penutup	174
Daftar Pustaka	175
 BAB 9 PERSPEKTIF PENGEMBANGAN TANAMAN TALAS SEBAGAI SUMBER KARBOHIDRAT ALTERNATIF DI LAHAN RAWA PASANG SURUT	
<i>(R. Smith Simatupang dan Yanti Rina Darsani)</i>	181
A. Ringkasan	181
B. Pendahuluan	182
C. Karakteristik Tanaman Talas	184
D. Perspektif Ekonomi dan Ekspor Komoditas Talas	187
E. Manfaat dan Kegunaan Talas	190
F. Produktivitas dan Prospek Pengembangan Talas	195
G. Inovasi Teknologi Budi Daya Tanaman Talas	197
H. Penutup	206
Daftar Pustaka	207
 BAB 10 TEKNOLOGI BUDI DAYA UBI JALAR DI LAHAN RAWA	
<i>(Muhammad Saleh dan Izhar Khairullah)</i>	215
A. Ringkasan	215
B. Pendahuluan	216
C. Potensi Lahan Rawa untuk Tanaman Ubi Jalar	217

D. Taksonomi dan Morfologi Tanaman Ubi Jalar	218
E. Teknologi Budi Daya	221
F. Penutup	229
Daftar Pustaka	229
 BAB 11 LAHAN RAWA PASANG SURUT TEROBOSAN PENYEDIAAN PANGAN DI MASA DATANG	
<i>(R. Smith Simatupang dan Siti Nurzakiah)</i>	233
A. Ringkasan	233
B. Pendahuluan	234
C. Kendala dan Faktor Pembatas	237
D. Perspektif Peningkatan Produktivitas dan Produksi Tanaman Pangan	240
E. Penutup	244
Daftar Pustaka	245
 INDEKS	249
BIODATA PENULIS	255



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Potensi Lahan Gambut Indonesia untuk Pertanian dan Budi Daya Padi	12
Tabel 2. Potensi Lahan Gambut Indonesia untuk Pertanian dan Budi Daya Padi di Pulau Sumatra	12
Tabel 3. Potensi Lahan Gambut Indonesia untuk Pertanian dan Budi Daya Padi di Pulau Kalimantan	13
Tabel 4. Potensi Lahan Gambut Indonesia untuk Pertanian dan Budi Daya Padi di Pulau Papua	13
Tabel 5. Klasifikasi Gambut Berdasarkan Kedalaman	16
Tabel 6. Hubungan Tingkat Dekomposisi dengan C-Organik, BD Tanah, dan Kadar Abu Tanah Gambut	21
Tabel 7. Pohon yang Dominan Tumbuh pada Tanah Gambut di Beberapa Lokasi	25
Tabel 8. Rekomendasi Sumber dan Dosis Amelioran untuk Tanaman Padi di Lahan Gambut Rawa Pasang Surut	27
Tabel 9. Pengaruh Jenis Amelioran dalam Ameliorasi Tanaman Padi terhadap Penurunan Emisi CH_4	27

Tabel 10. Kebutuhan Amelioran untuk Meningkatkan Produktivitas Padi di Lahan Pasang Surut Berdasarkan Tipe Luapan	28
Tabel 11. Rekomendasi Pemupukan Tanaman Padi di Lahan Gambut Rawa Pasang Surut Berdasarkan Tipe Luapan	29
Tabel 12. Kriteria Kation Na, DHL, dan Na Dapat Ditukar Berdasarkan Hasil Analisis Tanah	47
Tabel 13. Pengaruh DHL terhadap Produktivitas Tanaman	51
Tabel 14. Pengaruh Salinitas terhadap Penurunan Produksi Padi	51
Tabel 15. Klasifikasi Tanah Salin Berdasarkan Nilai pH, EC, SAR, dan ESP	70
Tabel 16. Kriteria Kation Natrium, Daya Hantar Listrik dan Natrium Dapat Ditukar Hasil Analisis Tanah di Laboratorium Kimia Balai Penelitian Tanah	70
Tabel 17. Pembagian Tipologi Lahan Potensial dan Klasifikasi Tanahnya	88
Tabel 18. Sifat Kimia Tanah Kedalaman 0–30 cm di Berbagai Tipologi Lahan dan Tipe Luapan Air, Lahan Rawa Pasang Surut Sumsel, Kalsel, dan Kalteng	91
Tabel 19. Deskripsi Varietas Padi Rawa	111
Tabel 20. Deskripsi Beberapa Padi Inbrida Non-Rawa yang Banyak Dikembangkan Petani di Lahan Rawa	115
Tabel 21. Kriteria Benih Bermutu Berdasarkan Kelas Benih	117
Tabel 22. Karakteristik Tanah Sulfat Masam di Lahan Rawa Pasang Surut	158
Tabel 23. Hasil Umbi Beberapa Varietas Ubi Kayu yang Ditanam pada Musim Kemarau di Lahan Sulfat Masam di Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan	162
Tabel 24. Jarak Tanam dan Jumlah Populasi Tanaman Ubi Kayu yang Ditanam pada Lahan dengan Hamparan yang Luas	165
Tabel 25. Kandungan Gizi atau Nutrisi Umbi Talas dalam 100 Gram Berbagai Bentuk	187

Tabel 26. Warna Kulit dan Daging Umbi Beberapa Varietas Unggul Ubi Jalar	219
Tabel 27. Kandungan Gizi pada Ubi Jalar dengan Warna Daging Umbi Putih, Kuning, dan Ungu	220
Tabel 28. Perkiraan Luas Rawa Pasang Surut dan Rawa Lebak di Indonesia	241

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Pengelolaan Jerami Padi yang Biasanya Ditanam di Tanah Sawah	94
Gambar 2.	Keragaan Hasil Beberapa Varietas Inpara di Lahan Sulfat Masam Potensial (Desa Karang Bunga) dan Aktual (Desa Barambai Kolam Kiri), Kabupaten Barito Kuala, MK 2016	116
Gambar 3.	Teknologi Penyiapan Benih dan Persemaian Kering (Kiri) dan Basah (Kanan)	120
Gambar 4.	Desain Atebela untuk Lahan Pasang Surut	121
Gambar 5.	Perontokan Secara Manual (Kiri), Menggunakan <i>Power Thresher</i> (Tengah), Pembersihan Secara Manual (Tengah) dan Mekanis (Kanan)	124
Gambar 6.	Pengaruh Redoks terhadap Konsentrasi Fe^{2+}	133
Gambar 7.	Dinamika Konsentrasi Fe^{2+} dalam Tanah Dengan Kandungan Bahan Organik Jerami Padi (RS) dan Kotoran Sapi (CM) Setelah 14 Minggu Penggenangan	134

Gambar 8. Pola Kelarutan Fe Musiman Berdasarkan Kondisi Hidrologis Lahan Sulfat Masam	135
Gambar 9. Stek Batang Ubi Kayu yang Dipersiapkan untuk Bibit (Bahan Tanam)	161
Gambar 10. Kondisi Tanah Lahan Sulfat Masam Ketika Mengalami Kekeringan	163
Gambar 11. Skematis Jarak Tanam Ubi Kayu: Panah Arah Kanan (A) = Jarak Dalam Baris, Panah Arah Bawah (B) = Jarak = Tanam Antarbaris	165
Gambar 12. Umbi Tanaman Ubi Kayu Masih Berada Pada Batangnya Setelah Dipanen	169
Gambar 13. Gaplek Produk Olahan Bersumber dari Umbi Ubi Kayu Potensial Diekspor	170
Gambar 14. Jenis Makanan Tradisional: Tiwul (Kiri) dan Gatot (Kanan) Khas Pulau Jawa Berbahan Baku Gaplek	171
Gambar 15. Puding Talas	193
Gambar 16. Tepung Talas	194
Gambar 17. Keragaan Berbagai Jenis Produk Olahan Berbahan Baku Talas	194
Gambar 18. Keragaan Tanaman Talas di Lahan Rawa	194
Gambar 19. Jenis Talas yang Dijumpai di Bogor: Talas Bogor (A), Talas Belitung (B), Talas Padang (C), dan Talas Pontianak (D)	198
Gambar 20. Pembuatan Bedengan sebagai Media Tumbuh Tanaman Talas	201
Gambar 21. Skematis Pengaturan Jarak Tanam (75 cm x 45 cm) Tanaman Talas	203
Gambar 22. Budi Daya Ubi Jalar dengan Sistem Hampan dan Sistem Surjan	218
Gambar 23. Variasi Warna dari Daging Umbi Beberapa Varietas Ubi Jalar	220
Gambar 24. Keragaman Bentuk dan Warna Umbi dari Tanaman Ubi Jalar	220

Gambar 25. Stek Ubi Jalar dengan Panjang 25-30 cm	222
Gambar 26. Budi Daya Ubi Jalar dengan Pemberian Mulsa Plastik dan Tanpa Mulsa	225

PROSPEK PENINGKATAN PRODUKSI TANAMAN PANGAN DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Izhar Khairullah dan Muhammad Alwi

Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email: *izhar.balittra@gmail.com*.

A. Pendahuluan

Lahan rawa pasang surut saat ini dan yang akan datang akan menjadi salah satu sumber pertumbuhan produksi padi, selain lahan irigasi dan tadah hujan. Potensi luasan lahan rawa pasang surut di Indonesia ditaksir sekitar 8,92 juta hektare yang sebagian berpotensi untuk pengembangan pertanian guna mendukung upaya peningkatan produksi pangan nasional pada masa mendatang (Ritung, *et.al.*, 2015; BBSDLP, 2018). Produktivitas lahan rawa termasuk rawa pasang surut sangat rendah sehingga kontribusi lahan rawa pasang surut terhadap produksi pangan nasional masih sangat rendah (diperkirakan hanya 5%) dibandingkan dengan tipologi lahan lainnya. Apabila dikelola secara baik, benar, tepat, dan holistik lahan rawa pasang surut dapat berkontribusi nyata terhadap upaya peningkatan produksi pangan nasional. Hampir 90% (1,05 juta hektare) dari total luas lahan rawa pasang surut yang menerapkan sistem budi daya dengan indeks pertanaman (IP) 100 di mana produktivitasnya sekitar 4–5 ton GKG/ha sehingga dapat menyumbang terhadap produksi padi nasional sekitar 4–5 juta ton GKG/tahun (Subagio, *et.al.*, 2016; Noor dan Maftu'ah, 2020), selain untuk penyediaan stok pangan nasional dan menjadikan

Indonesia menjadi lumbung pangan dunia (LPD) pada tahun 2045 (Kementan, 2017).

Pengembangan lahan rawa (rawa pasang surut) untuk pertanian akan berhadapan dengan banyak masalah dan sangat kompleks, dan masalah tersebut saling berinteraksi memengaruhi proses produksi. Secara umum masalah ini dibedakan atas: (1) masalah biofisik lahan, yang meliputi masalah fisik dan kimia tanah serta biologi tanah (gulma dan organisme pengganggu tanaman lainnya), yang menjadi faktor pembatas dalam proses produksi tanaman pangan; dan (2) masalah sosial ekonomi di lahan rawa pasang surut, yang meliputi tingkat pendidikan, permodalan usaha tani, pengetahuan teknologi usaha tani, sistem kepercayaan serta tata nilai, dan lainnya (Noor dan Maftu'ah, 2020; Nursyamsi, *et.al.*, 2014). Secara alamiah, karakteristik fisik tanah dan kimia tanah lahan rawa pasang surut umumnya kurang menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman pertanian karena adanya lapisan pirit/sulfida (FeS_2) di dalam tanah. Kondisi ini memerlukan pengelolaan lahan yang lebih serius agar produktivitas tanaman tinggi dan usaha tani menguntungkan.

Sebagian lahan rawa pasang surut juga mempunyai tanah gambut yang mengandung bahan organik yang masih mentah dan tebal serta berkadar liat tinggi yang menyebabkan lahan tersebut tidak mudah diolah (Noor dan Maftu'ah, 2020). Selain itu, umumnya tanah-tanah di lahan pasang surut bersifat masam yang dicirikan oleh pH tanah berkisar 3,5–4,5 dan kesuburan tanahnya rendah. Upaya perbaikan kualitas tanah dan peningkatan ketersediaan unsur hara memerlukan bahan amelioran dan pemberian pupuk, baik unsur hara makro maupun unsur hara mikro Cu, Zn, dan Mn khususnya di lahan gambut (Nursyamsi, *et.al.*, 2014; Noor dan Maftu'ah, 2020).

Secara tradisional lahan rawa pasang surut sudah dimanfaatkan untuk pertanian oleh masyarakat lokal suku Banjar, Melayu, dan Bugis selama ratusan tahun dengan bermodalkan pengetahuan sederhana/lokal (*indigenous knowledge*) dan menggunakan teknologi kearifan lokal (*local wisdom*) sehingga produktivitasnya rendah dan hanya dapat untuk memenuhi kebutuhan pangan dan keperluan lainnya (Simatupang dan Noor, 2018).

Cara-cara yang diterapkan oleh masyarakat secara konvensional ini tidak dapat memacu upaya peningkatan produksi pangan yang terus meningkat setiap tahun sejalan dengan laju pertumbuhan penduduk

sekitar 3% per tahun. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan produksi tanaman sehingga penyediaan dan ketahanan pangan nasional dapat terwujud secara merata dan berkelanjutan. Upaya yang dimaksud adalah penyediaan inovasi teknologi yang dapat diimplementasikan dalam pengembangan lahan rawa menjadi lahan pertanian produktif sehingga dapat mewujudkan cita-cita pembangunan pertanian, yakni menjadi lumbung pangan dunia pada tahun 2045.

Upaya untuk meningkatkan produktivitas lahan rawa dan komoditas pertanian di lahan rawa pada masa mendatang dilakukan dengan memanfaatkan teknologi-teknologi yang baru dan teknologi-teknologi yang sedang muncul saat ini, seperti robotik, bioteknologi, teknologi nirkabel (*wireless*) dan digital untuk pengukuran data, pemantauan (*monitoring*) cuaca, pemantauan geospasial, dan aplikasi yang presisi dari pengelolaan air, pemupukan dan pengapuran (*ameliorasi*), serta pemanfaatan agrokimia lainnya. Sebagai contoh, pemantauan geospasial untuk tanaman dan lahan pertanian masa depan akan sangat tergantung pada citra satelit.

Budi daya tanaman masa depan akan menghasilkan sedikit mungkin limbah dan hasil tanaman yang lebih tinggi dengan penggunaan peralatan-peralatan yang telah diprogram untuk penetapan kedalaman penanaman benih dan jarak tanam berdasarkan data sifat tanah dan kelembapan yang diturunkan dari citra satelit. Contoh lainnya, cahaya infra-red dan sensor panas yang dikombinasikan dengan teknologi GIS dalam drone digunakan untuk mengukur kesehatan tanaman dan lahan pertanian guna memberikan informasi tentang: irigasi, pengelolaan hara, aplikasi pupuk dan kapur, serta pemanenan hasil.

Pengembangan lahan rawa pasang surut untuk pertanian memerlukan dukungan inovasi teknologi yang bersifat aplikatif, dalam arti teknologi tersebut mudah diterapkan dan secara sosial budaya dapat diterima oleh masyarakat, dan secara sosial ekonomi menguntungkan bagi petani (Simatupang dan Noor, 2018). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari Kementerian Pertanian terus melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menyiapkan inovasi teknologi lahan rawa pasang surut yang siap diimplementasikan ke lapangan. Teknologi tersebut tentunya dapat digunakan untuk pengembangan *food estate* yang saat ini sedang dan akan dilaksanakan di lahan rawa di Kalimantan Tengah.

Sebagai unit pelaksana teknis Balitbangtan, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra) melaksanakan serangkaian penelitian untuk menciptakan berbagai inovasi teknologi guna meningkatkan produktivitas lahan. Inovasi teknologi yang dihasilkan dan sudah siap diimplementasikan, antara lain teknologi yang terkait dengan teknologi pengelolaan lahan, air dan tanaman, pemberian bahan amelioran dan pemupukan, penyiapan lahan dan sistem olah tanah. Termasuk di dalamnya masalah sosial ekonomi dan rancang bangun kelembagaan. Teknologi optimalisasi pemanfaatan lahan rawa untuk mengatasi masalah terkait dengan sifat biofisik dan kimia tanah yang kurang menguntungkan sudah tersedia, di antaranya masalah kemasaman tanah dan lapisan pirit di dalam tanah yang dapat menimbulkan keracunan besi pada tanaman padi sudah teratasi (Noor dan Maftu'ah, 2020). Implikasi dari tersedianya inovasi teknologi pengelolaan lahan rawa, artinya dari aspek teknis lahan rawa dapat diberdayakan sebagai lahan pertanian produktif untuk mendukung penyediaan dan peningkatan produksi pangan nasional. Hal ini juga sebagai antisipasi semakin luasnya alih fungsi lahan terutama lahan subur di Jawa yang dapat berakibat semakin menyempitnya lahan pertanian pemasok pangan nasional utama.

Tanaman pangan yang terdiri atas tanaman padi dan palawija merupakan komoditas utama yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat, khususnya padi. Budi daya padi di lahan rawa pasang surut sudah dikenal sejak lama sebelum kemerdekaan. Sebagai contoh di Kalimantan Selatan, antara tahun 1920–1967 terdapat sekitar 65.000 hektare lahan sawah pasang surut yang dikelola secara swadaya oleh masyarakat setempat (Idak, 1982). Sawah pasang surut ini disebut dengan sawah *bayar*. Istilah *bayar* diambil dari nama jenis padi rawa pasang surut yang populer saat itu. Varietas padi ini mempunyai umur antara 10–11 bulan dan bersifat berbunga musim (*photoperiode sensitive variety*) yaitu hanya berbunga pada saat penyinaran matahari paling pendek yang di Indonesia jatuh pada bulan Juni. Varietas lokal ini dengan produktivitas antara 1–3 t gabah/ha (Noorsyamsi dan Hidayat, 1974; Noor, 1996). Keberhasilan petani dalam budi daya padi secara swadaya inilah yang kemudian menginisiasi pemerintah untuk membuka dan memanfaatkan lahan rawa pasang surut secara lebih luas dan terencana (Dir. Pertanian Rakyat, 1968).

Proyek pertama tentang pengembangan lahan rawa pasang surut untuk padi ini dikenal dengan *Rice Project* yang dilaksanakan pada era

Pemerintahan Soekarno di bawah Inspektorat Jawatan Pertanian Rakyat. Pengembangan padi lahan rawa pasang surut ini kemudian dilanjutkan pada era Pemerintah Soeharto dari tahun 1969–1995 melalui Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut (P4S) dan Proyek Pembukaan Lahan Gambut (PLG) Sejuta Hektar yang dikenal dengan *Mega Rice Estate Project* di Kalimantan Tengah (Idak, 1982; Darmanto, 2000; Noor, 2004; GOI-TN, 2008).

Rawa pasang surut mempunyai potensi sangat besar dengan luas sekitar 20,14 juta hektare, di antaranya yang sesuai untuk pertanian 9,53 juta hektare. Lahan rawa pasang surut yang telah dibuka atau direklamasi oleh pemerintah baru sekitar 2,27 juta hektare dan belum direklamasi sekitar 7,26 juta hektare. Sementara lahan rawa pasang surut yang telah dimanfaatkan untuk pertanian secara umum diperkirakan baru sekitar 1,43 juta hektare atau 53% dari luas yang telah dibuka oleh pemerintah. Selain itu, terdapat lahan rawa pasang surut yang dibuka secara swadaya oleh masyarakat setempat sekitar 3,0 juta hektare (Haryono, *et.al.*, 2013). Data lain menunjukkan luas lahan rawa pasang surut yang tersebar di 30 provinsi sekitar 11,03 juta hektare, di antaranya 9,32 juta hektare berpotensi atau sesuai untuk pertanian (Mulyani dan Sarwani, 2013).

Kedudukan lahan rawa menjadi strategis, mengingat luas baku sawah secara nasional hanya sekitar 5,3 juta hektare yang ditanami secara rutin, selebihnya sekitar 3,9 juta hektare yang tidak ditanami rutin (menjadi bongkor) yang terancam mengalami konversi sehingga perlu perlindungan. Hasil analisis sumber daya lahan menunjukkan bahwa untuk mendukung ketahanan pangan sampai pada tahun 2030 diperlukan tambahan areal sawah sekitar 2,97 juta hektare (Wahyunto, *et.al.*, 2011).

Dalam rangka meningkatkan produksi pangan nasional seiring dengan meningkatnya kebutuhan pangan masyarakat dan mengimbangi alih fungsi lahan yang masih tinggi, upaya intensifikasi dan ekstensifikasi areal pertanian ke lahan yang tersedia seperti lahan rawa pasang surut merupakan pilihan yang logis dan beralasan. Hasil analisis potensi produksi dari lahan rawa pasang surut, apabila dilakukan optimalisasi (peningkatan produktivitas, perluasan areal tanam, dan peningkatan intensitas tanam) dari 2,27 juta hektare yang tersebar di sepuluh provinsi (Jambi, Riau, Sumsel, Lampung, Kalsel, Kalteng, Kaltim,

Kalbar, Sulbar, dan Sulteng) dapat diperoleh tambahan produksi sekitar 2,70 juta ton GKG/tahun (BBSDLP, 2011; Haryono, 2013). Namun demikian, sumbangan produksi padi dari lahan rawa pasang surut pada saat ini masih tergolong rendah diperkirakan antara 600–700 ribu ton gabah/tahun atau sekitar 1,5% dari produksi padi nasional 62,56 juta ton gabah dengan produktivitas antara 3,0–5,0 t GKG/ha atau rata-rata 4,5 t GKG/ha. Rendahnya produktivitas padi yang dicapai di atas karena budi daya padi di lahan rawa menghadapi berbagai masalah maupun kendala, baik agrofisik lahan dan lingkungan, sosial ekonomi, budaya, maupun adat istiadat budaya setempat (BBSDLP, 2011). Padahal dilaporkan produktivitas padi di lahan rawa pasang surut seperti daerah Rawa Telang, Sumatra Selatan dengan pengelolaan yang baik dan input (benih, pupuk, dan pestisida) yang cukup dapat mencapai panen antara 7–8 t GKG/ha (Susanto, 2009).

Bab ini mengemukakan tentang sejarah pembukaan lahan rawa pasang surut, prospek pengembangan padi di lahan rawa pasang surut dan beberapa catatan pembelajaran tentang kegagalan dan keberhasilan petani dalam pengembangan padi dan pengelolaan lahannya.

B. Penutup

Lahan rawa pasang surut yang luasnya mencapai 8,92 juta hektare merupakan aset yang sangat potensial dan prospektif untuk pembangunan pertanian pada masa mendatang. Konsep lahan rawa menjadi lumbung pangan sudah dideklarasikan pada saat acara Pekan Pertanian Rawa Nasional Pertama tahun 2011, yang merupakan tonggak dan pendorong pembangunan pertanian di lahan rawa. Selain itu, dengan alih fungsi lahan yang tidak dapat dihentikan menyebabkan semakin sempitnya lahan-lahan subur potensial yang selama ini menjadi pemasok utama nasional, maka lahan rawa menjadi salah satu alternatif yang dapat menggantikan lahan yang sudah beralih fungsi tersebut.

Pengembangan *food estate* di lahan rawa pasang surut adalah salah satu langkah strategis untuk mendukung penyediaan pangan dan upaya peningkatan produksi pangan nasional, dan merupakan progres yang tepat untuk mengantisipasi krisis pangan yang mungkin bisa terjadi akibat pandemi Covid-19 yang berkepanjangan. Oleh karena itu, perlu dukungan, baik berupa inovasi teknologi, rancang bangun sosial kelembagaan dan kebijakan untuk mendorong pelaksanaan penerapan

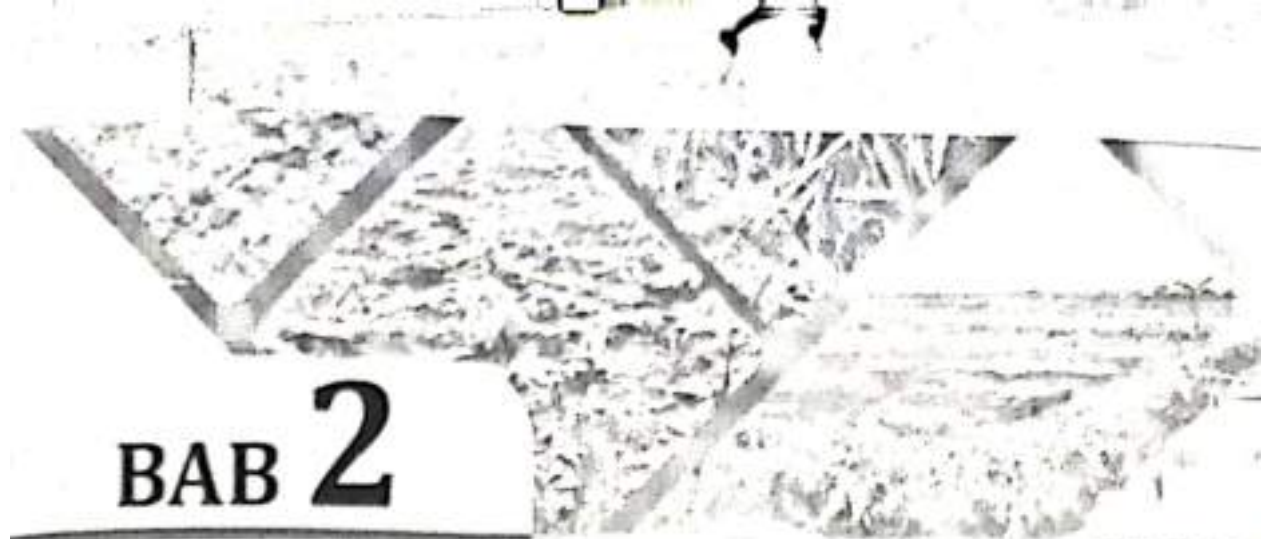
teknologi yang akan diimplementasikan untuk menyelesaikan program *food estate* di Kalimantan Tengah.

Keberhasilan pengembangan *food estate* di Kalimantan Tengah merupakan embrio untuk pengembangan *food estate* di kawasan lahan rawa lainnya. Inovasi teknologi pengelolaan lahan, air, dan tanaman serta inovasi rancang bangun kelembagaan di lahan rawa sudah tersedia, dapat diimplementasikan untuk mendukung pembangunan pertanian di lahan rawa pasang surut, khususnya pembangunan *food estate* untuk mendukung upaya peningkatan produksi pangan nasional, dan mendukung program menjadikan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia (LPD) pada tahun 2045.

Daftar Pustaka

- Bardono, S. 2019. "Maju, Mandiri, Modern: Tiga Kunci Keberhasilan dan Kesuksesan Pembangunan Pertanian". Diakses dari <http://technology-indonesia.com/pertanian-dan-pangan/-pertanian/maju-mandiri-modern-tiga-kuncikeberhasilan-dan-kesuksesan-pembangunan-pertanian/> (diakses pada 20 Januari 2020).
- BBSDLP. 2018. *Peta Arahana Penggunaan Lahan*. Bogor: Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian..
- BPS. 2019. *Proyeksi Penduduk Indonesia. Indonesia Population Projection 2010-2035*. Jakarta-Indonesia: Badan Pusat Statistik. Diakses dari <https://www.bps.go.id/publication/2019/07/04/daac1ba18cae1e90706ee58a/statistikindonesia-2019.html> PDF.
- Gesha. 2019. "Mentan Syahrul Dorong Petani Indonesia Gunakan Alsin Canggih". Diakses dari <https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/teknolingkungan/10886> (diakses pada 20 Januari 20).
- Heksantoro, R. 2018. "Ada Traktor Siluman Karya Warga Kebumen". Diakses dari <https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-4321391/ada-traktor-siluman-karyawan-kebumen> (diakses pada 12 Februari 2020).
- Kementan (Kementerian Pertanian). 2017. *Sukses Swasembada: Indonesia Menjadi Lumbung Pangan Dunia 2045*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

- Paktanidigital. 2019. "5 Manfaat Teknologi Drone Untuk Sektor Pertanian". *Info Teknologi Pertanian*. Diakses dari <https://paktanidigital.com/artikel/manfaat-teknologi-drone-pertanian/#.Xx4U-RSyTDc> (diunduh tanggal 25 Juli 2020).
- Prasetya. A.W. 2020. "Empat Fokus Kementan Wujudkan Pertanian yang Maju, Mandiri dan Modern". Diakses dari <https://money.kompas.com/read/2020/02/06/090419226/4-fokus-kementan-wujudkan-pertanianyang-maju-mandiri-dan-modern?page=all> (diunduh pada 24 Juli 2020).
- Noor, M., & E. Maftu'ah. 2020. "Program Serasi sebagai Jalan Menuju Lumbung Pangan Dunia Tahun 2045". Hlm. 3-19. Dalam Masganti, M. Noor, R. Smith Simatupang, M. Alwi, Mukhlis, E. Maftu'ah, & H. Sosiawan. *Optimasi Lahan Rawa Akselerasi Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Noorginayuwati & Yanti Rina. 2003. "Aspek Sosial Ekonomi Petani di Lahan Sulfat Masam". Hlm. 120-136. Dalam Ar-Riza, *et.al.*, (Eds.). *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian di Lahan Pasang Surut*. Kuala Kapuas: Puslitbang Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- Nursyamsi, D., S. Raihan, M. Noor, K. Anwar, M. Alwi, E. Maftuah, I. Khairullah, I. Ar-Riza, R. S. Simatupang, Noorginayuwati, & Y. Rina. 2014. *Buku Pedoman Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, IAARD Press.
- Ritung, S., Wahyunto, K. Nugroho, Sukarman, Hikmatullah, Suparto, & C. Tafakresnanto. 2015. *Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi Ketersediaan*. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press.
- Simatupang, R. S., & M. Noor. 2018. "Inovasi Teknologi Lahan Rawa: Kebutuhan dan Peran Masa Depan". Hlm. 3-9. Dalam Masganti, R. Smith Simatupang, M. Alwi, E. Maftu'ah, M. Noor, Mukhlis, H. Sosiawan, & M.A. Susanti (Penyunting). *Inovasi Teknologi Lahan Rawa Mendukung Kedaulatan Pangan*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Subagio, H., M. Noor, Wahida A Yusuf, & I. Khairullah. 2016. *Perspektif Pertanian Lahan Rawa: Mendukung Kedaulatan Pangan*. Jakarta/Bogor: IAARD Press.



BAB 2

TEKNOLOGI AMELIORASI DAN PEMUPUKAN PADI DI LAHAN GAMBUT

Masganti^{1,3}, Khairil Anwar¹, dan Andin Muhammad Abduh²

¹Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

²Jurusan Ilmu Tanah, Fak. Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat

³Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian Uniska Muhammad Arsyad Al-Banjari

Email: masgambut59@yahoo.com

A. Ringkasan

Beras menjadi komoditas utama karena bersifat strategis, ekonomis, dan politis. Oleh karena itu, produksi padi harus terus digenjut di tengah meningkatnya jumlah penduduk dan kebutuhan energi individu serta tekad menjadi lumbung pangan dunia (LPD). Luas lahan gambut Indonesia diperkirakan mencapai 14,93 juta hektare, 10,27 juta hektare sesuai untuk pengembangan pertanian dan 5,90 juta hektare di antaranya sesuai untuk budi daya padi. Pengelolaan lahan gambut untuk budi daya padi harus memperhatikan karakteristik gambut terkait dengan: (a) sifat-sifat fisik seperti tingkat dekomposisi, ketebalan/ kedalaman, *bulk density*, kering tak balik, laju subsidensi, daya retensi air, porositas, dan lapisan bawah/substratum; (b) sifat-sifat kimia meliputi kemasaman tanah, kejenuhan basa, kadar abu, kapasitas tukar kation, *P*-tersedia, *C*-organik, *N*-total, dan unsur mikro; dan (c) sifat biologis tanah gambut seperti flora dan fauna. Pemanfaatan lahan gambut untuk budi daya padi terkendala di antaranya oleh ketersediaan hara yang rendah, kemasaman tanah yang tinggi, efisiensi pemupukan yang rendah, dan risiko keracunan unsur hara tertentu. Oleh karena

itu, diperlukan teknologi ameliorasi dan pemupukan agar pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi menjadi maksimum.

B. Pendahuluan

Multifungsi beras dalam kehidupan bangsa Indonesia semakin jelas. Bagi masyarakat Indonesia, komoditas ini tidak saja menjadi sumber karbohidrat, tetapi juga menjadi indikator tingkat kesejahteraan, keamanan, sosial, bahkan politik. Oleh karena itu, pemerintah harus mampu menyediakan beras dalam jumlah yang cukup dan harga yang terjangkau agar tidak terjadi gejolak dalam masyarakat.

Berdasarkan analisis diketahui, paling tidak ada tiga hal yang menjadi penyebab meningkatnya kebutuhan beras Indonesia, yakni (a) peningkatan jumlah penduduk sudah mencapai 270 jiwa; (b) peningkatan kebutuhan kalori individu, dari 2.750 kalori/orang/hari pada tahun 2012 menjadi 3.130 kalori/orang/hari pada tahun 2050 (Masganti dan Alwi, 2018); dan (c) keinginan pemerintah menjadi lumbung pangan dunia (LPD) pada tahun 2045.

Kemampuan Pulau Jawa sebagai pemasok beras di Indonesia sangat dominan. Tiga provinsi sentra produksi padi Pulau Jawa (Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Jawa Barat) menyumbang sekitar 52% produksi padi nasional (Badan Pusat Statistik, 2020). Akibat perhatian pemerintah bertumpu ke Pulau Jawa dapat menyebabkan terancamnya pasokan beras nasional, jika ketiga provinsi tersebut mengalami "*force majeure*", sehingga kapasitas produksi padi menjadi berkurang. Hal ini dipertegas dengan meningkatnya laju alih fungsi lahan sawah kepentingan nonpertanian, meningkatnya kompetisi penggunaan lahan untuk sumber energi, meningkatnya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), menurunnya jumlah petani, menurunnya luas garapan, kesuburan tanah, minat taruna tani berusaha tani padi, dan luas lahan produktif akibat salinitas dan iklim ekstrem (Masganti, *et.al.*, 2020).

Pengembangan padi yang terfokus di Pulau Jawa menyebabkan lahan-lahan suboptimal di luar Pulau Jawa menjadi terabaikan. Selain itu, kebijakan ini juga menyebabkan "tidak meratanya" pengetahuan dan keterampilan petani, sehingga kapasitas produksi petani padi di luar Pulau Jawa menjadi tertinggal dan pengembangan ekonomi wilayah menjadi kurang berkembang (Masganti, *et.al.*, 2020a). Padahal diketahui bahwa

pola produksi padi di lahan rawa bersifat komplementer dengan produksi padi di Pulau Jawa, manakala Pulau Jawa tidak menghasilkan padi, justru lahan rawa berpotensi ditingkatkan kapasitas produksinya (Masganti, 2013). Oleh karena itu, perlu refokusing pengembangan sentra-sentra produksi padi di luar Pulau Jawa dengan memanfaatkan lahan gambut yang masih luas dan tidak atau sedikit mengalami alih fungsi lahan.

Menurut Ritung, *et.al.* (2015) dan BBSDLP (2018) luas lahan gambut di Indonesia diperkirakan mencapai 14,93 juta hektare yang tersebar di Pulau Sumatra, Kalimantan, Papua, dan Sulawesi. Pemanfaatan lahan ini sebagai penghasil padi dihadapkan pada masalah ketersediaan hara yang rendah, kemasaman tanah yang tinggi, efisiensi pemupukan yang rendah, dan risiko keracunan hara tertentu sehingga produktivitas padi masih tergolong rendah. Akan tetapi, hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan kesuburan tanah gambut melalui ameliorasi dan pemupukan mampu meningkatkan produktivitas padi. Tulisan ini menghimpun teknologi ameliorasi dan pemupukan untuk meningkatkan produktivitas padi di lahan gambut.

C. Potensi Lahan Gambut

Potensi lahan gambut sebagai media tanaman untuk pengembangan pertanian sangat besar. Data yang dikemukakan oleh BBSDLP (2018) dan Agus (2020), menunjukkan bahwa dari 14,93 juta hektare lahan gambut, 68,78% atau 10,27 juta hektare berpotensi dikembangkan untuk pertanian (Tabel 1) dengan persyaratan kedalaman 50–300 cm. Pulau Sumatra menempati urutan pertama luas lahan gambut, diikuti Pulau Kalimantan, Papua, dan Sulawesi. Potensi ini perlu dimanfaatkan secara bijaksana agar tidak menurunkan kapasitas produksi dan kualitas lingkungan. Lahan gambut telah lama dimanfaatkan petani sebagai penghasil bahan pangan dan sumber pendapatan keluarga. Saat ini telah dikembangkan secara lebih luas budi daya tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan, terutama karet dan kelapa sawit (Masganti, *et.al.*, 2014; 2017; Masganti dan Anwar, 2018).

Lahan gambut sangat potensial untuk dijadikan pendukung atau pemasok beras nasional. Apalagi pola produksi padi di lahan ini bersifat komplementer dengan produksi padi di Pulau Jawa (Masganti, 2013; Masganti, *et.al.* 2020). Tabel 1 menunjukkan bahwa lahan gambut yang

dapat dimanfaatkan untuk budi daya padi sebesar 5,90 juta hektare. Lahan gambut yang sesuai untuk budi daya padi mendominasi sekitar 57,48% luas lahan gambut yang sesuai untuk pertanian. Oleh karena itu, tidaklah berlebihan kalau petani menjadikan lahan gambut sebagai sumber pendapatan keluarga dan kehidupan masyarakat.

Tabel 1. Potensi Lahan Gambut Indonesia untuk Pertanian dan Budi Daya Padi

No.	Pulau	Potensi Pemanfaatan (ha)	
		Pertanian	Padi
1.	Sumatra	4.439.352	2.551.740
2.	Kalimantan	3.280.093	1.885.396
3.	Papua	2.533.817	1.456.438
4.	Sulawesi	16.099	9.409
Total		10.269.361	5.902.983

Sumber: Diolah dari BBSDLIP (2018) dan Agus (2020)

Potensi gambut di Pulau Sumatra didominasi Provinsi Riau dan Sumatra Selatan, yang luasnya masing-masing 59,54% dan 19,44% dari total luas lahan gambut di pulau ini (Tabel 2). Oleh karena itu, jika memasuki musim kemarau, kedua provinsi ini biasanya menjadi penyumbang asap terbesar (Masganti, *et.al.*, 2015).

Tabel 2. Potensi Lahan Gambut Indonesia untuk Pertanian dan Budi Daya Padi di Pulau Sumatra

No.	Provinsi	Potensi Pemanfaatan (ha)	
		Pertanian	Padi
1.	Riau	2.643.230	1.519.328
2.	Sumsel	862.792	495.932
3.	Jambi	460.758	264.844
4.	Sumut	181.760	104.476
5.	Aceh	147.423	84.739
6.	Sumbar	68.881	39.593
7.	Lampung	33.848	19.456
8.	Babel	29.547	16.984
9.	Kepri	5.607	3.223
10.	Bengkulu	5.506	3.165
Total Pulau Sumatra		4.439.352	2.551.740

Sumber: Diolah dari BBSDLIP (2018) dan Agus (2020)

Potensi lahan gambut terluas di Pulau Kalimantan terdapat di Provinsi Kalimantan Tengah, diikuti Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, dan terendah di Kalimantan Selatan (Tabel 3). Kedua provinsi teratas lebih sering mengalami kebakaran gambut pada musim kemarau, sedangkan Kalimantan Selatan luas kebakaran lahan gambutnya sudah terbatas karena memang sudah berkurang luasnya atau sudah tidak termasuk kategori lahan gambut lagi, tetapi lahan bergambut, bahkan di lahan pasang surut sudah berubah menjadi lahan sulfat masam.

Tabel 3. Potensi Lahan Gambut Indonesia untuk Pertanian dan Budi Daya Padi di Pulau Kalimantan

No.	Provinsi	Potensi Pemanfaatan (ha)	
		Pertanian	Padi
1.	Kalteng	1.837.265	1.056.059
2.	Kalbar	1.143.292	657.164
3.	Kaltim	225.851	129.819
4.	Kalsel	73.685	42.354
Total Pulau Kalimantan		3.280.093	1.885.396

Sumber: Diolah dari BBSDLP (2018) dan Agus (2020)

Provinsi Papua mempunyai luas lahan gambut yang sesuai untuk pertanian dan budi daya padi terluas di Pulau Papua. Provinsi ini menempati 95% total lahan gambut yang sesuai untuk pertanian di pulau ini (Tabel 4). Oleh karena itu, pengembangan pertanian dan budi daya padi direkomendasikan melalui pemanfaatan lahan gambut yang ada di provinsi ini untuk mendukung produksi beras nasional.

Tabel 4. Potensi Lahan Gambut Indonesia untuk Pertanian dan Budi Daya Padi di Pulau Papua

No.	Provinsi	Potensi Pemanfaatan (ha)	
		Pertanian	Padi
1.	Papua	2.407.058	1.383.577
2.	Papua Barat	126.759	72.861
Total Pulau Papua		2.533.817	1.456.438

Sumber: Diolah dari BBSDLP (2018) dan Agus (2020)

D. Karakteristik dan Masalah Kesuburan Tanah Gambut

Pengelolaan lahan gambut membutuhkan pemahaman karakteristik lahan tersebut agar tidak mengalami degradasi secara drastis dan dapat dimanfaatkan berkelanjutan untuk kehidupan. Gambut sebagai salah satu jenis tanah, dalam proses pembentukannya dipengaruhi oleh banyak faktor pembentuk tanah seperti bahan induk, vegetasi, iklim, topografi, dan waktu (Andriesse, 1988; Utami, *et.al.*, 2009; Noor dan Agus, 2014). Faktor bahan induk yang terpenting adalah jenis vegetasi dan komposisinya sebagai sumber bahan induk gambut yang nantinya mengalami pelapukan dan menjadi sumber bahan organik tanah. Faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap tingkat kesuburan tanah. Perbedaan tersebut memunculkan istilah gambut subur (eutrofik), gambut kesuburan sedang (mesotrofik), dan gambut kurang subur (oligotrofik).

Faktor iklim yang sangat berpengaruh adalah aspek hidrologi dan curah hujan sehingga dikenal istilah gambut pantai (terbentuk di kawasan pantai) dan gambut pedalaman (terbentuk di kawasan yang jauh dari pantai), serta gambut transisi yang berada antara gambut pantai dan gambut pedalaman. Sementara itu, sumber air dalam proses pembentukan gambut memunculkan istilah gambut topogen (dipengaruhi gerakan air tanah/sungai) dan ombrogen (dipengaruhi curah hujan). Lamanya proses pembentukan gambut turut memengaruhi tingkat pelapukan bahan induk.

Resultan faktor pembentuk tanah tersebut di atas memengaruhi sifat fisik, kimia, dan biologi gambut. Beragamnya faktor tersebut memunculkan keragaman karakteristik gambut, namun parameter sifat fisik dan kimia umumnya berkorelasi satu sama lain.

1. Sifat Fisika Gambut

Sifat dan ciri fisik gambut saling berkaitan satu sama lain dan bersifat khas bahan organik. Sifat dan ciri fisik tanah gambut mencakup tingkat dekomposisi, *bulk density* (BD), kering tak balik, porositas, subsidensi, retensi air, kapasitas tanah dalam menyimpan air (*water holding capacity*), konduktivitas hidrolik, porositas, kemampuan mengembang dan mengerut, hilang akibat pemanasan, ketebalan lapisan gambut, dan lapisan bawah gambut.

a. Tingkat Dekomposisi

Tingkat dekomposisi menunjukkan tingkat pelapukan bahan gambut. Tingkat pelapukan gambut dipengaruhi oleh faktor pembentuk tanah. Sumber vegetasi yang memiliki kandungan lignin kecil, lebih mudah melapuk. Gambut yang sering berada pada kondisi oksidasi (kering) memiliki tingkat pelapukan lebih tinggi dibanding yang selalu tergenang. Gambut yang mengalami pengolahan tanah intensif (dan menggunakan mesin pertanian) memiliki tingkat pelapukan yang lebih tinggi dibanding gambut yang diolah secara tradisional.

Tingkat pelapukan dikelompokkan menjadi tiga, yaitu fibrik merupakan gambut yang kasar/mentah ($>2/3$ bahan kasar), hemik merupakan gambut yang sedang ($1/3-2/3$ bahan kasar), dan saprik merupakan gambut yang halus/masak ($<1/3$ bahan kasar). Umumnya semakin ke bawah dalam penampang tanah, bahan gambut semakin kasar (Dariah, *et.al.*, 2012; Sukarman, *et.al.*, 2012).

Tingkat dekomposisi gambut berkaitan erat dengan sifat gambut lainnya seperti BD tanah, daya pegang air, retensi hara, laju subsidensi, kadar air, dan porositas. Semakin besar tingkat pelapukan semakin tinggi nilai BD, daya pegang air, dan retensi hara, tetapi semakin rendah nilai laju subsidensi, kadar air, dan porositas (Hooijer, *et.al.*, 2012; Mulyani, *et.al.*, 2012).

b. Ketebalan/Kedalaman

Pemerintah melalui Permentan Nomor 14/Permentan/PL.110/02/2009 tentang kedalaman/ketebalan gambut yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan pertanian hanya sampai 3,00 m. Artinya, pengembangan pertanian di lahan gambut tidak boleh merambah area yang kedalamannya melebihi 3,00 m.

Penetapan batas kedalaman/ketebalan lahan gambut yang dapat dimanfaatkan untuk pertanian didasarkan atas pertimbangan lingkungan, produktivitas, input, dan kelestarian usaha tani di lahan ini. Berdasarkan Permentan tersebut, maka luas lahan gambut yang potensial untuk pengembangan pertanian mencapai 10,27 juta hektare (Agus 2020).

Kedalaman gambut semakin bertambah dari tepi sungai ke arah dome sebagai daerah penyedia air. Oleh karena itu, gambut yang lebih dalam mempunyai kapasitas penyerapan dan penyediaan air yang lebih tinggi, sehingga tidak boleh diganggu agar pada saat musim kemarau tidak terjadi banjir dan pada musim kemarau tersedia air yang cukup dan tidak terjadi kebakaran (Masganti, *et.al.*, 2015). Kondisi ini tentunya menguntungkan bagi organisme yang hidup di lingkungan gambut seperti satwa, tumbuhan, manusia, dan mikroorganisme (Andersen, *et.al.*, 2013; Melling, *et.al.*, 2013).

Potensi budi daya tanaman di lahan gambut tecermin dari kedalaman gambut (Noor dan Agus, 2004). Pada tingkat dekomposisi yang sama, semakin dalam gambut yang digunakan potensi atau produktivitasnya semakin rendah, sehingga diperlukan input yang lebih tinggi. Jika nilai produktivitas yang dihasilkan jauh lebih rendah dari input yang diberikan, maka usaha tani tersebut akan tidak lestari (Masganti, *et.al.*, 2020b). Tabel 5 memperlihatkan klasifikasi gambut berdasarkan kedalaman.

Tabel 5. Klasifikasi Gambut Berdasarkan Kedalaman

No.	Kedalaman Gambut (cm)	Klasifikasi
1.	< 50	Bergambut
2.	50-100	Dangkal/Tipis
3.	101-200	Sedang
4.	201-400	Dalam
5.	401-800	Sangat Dalam
6.	801-1.200	Dalam Sekali

c. *Bulk Density (BD)*

Nilai BD merupakan berat suatu massa tanah per satuan volume tertentu. Nilai BD tanah gambut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat dekomposisi, kadar bahan mineral, pemadatan tanah, dan komposisi botani. Nilai BD semakin tinggi jika faktor-faktor tersebut nilainya semakin tinggi (Maswar, 2012). Nilai BD gambut sangat penting untuk interpretasi tingkat kesuburan, terutama sebagai dasar perhitungan pemberian pupuk. Kondisi vegetasi yang berada di atas gambut memengaruhi nilai BD lapisan

permukaan 0–5 cm, di mana hutan terbakar memiliki BD dan kadar abu yang lebih tinggi dibanding BD hutan alami.

d. Kering Tak Balik

Karakteristik ini menunjukkan kondisi gambut yang telah mengering tidak dapat menyerap air kembali, kondisi ini menunjukkan sifat gambut telah mengalami kerusakan total, di mana sifat aslinya memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi (*hidrofilik*) menjadi tidak mampu lagi menyerap air (*hidrofobik*). Kering tak balik terjadi bila penurunan kadar air melebihi titik kritis kadar air gambut, umumnya terjadi setelah lahan mengalami kekeringan yang intensif, misalnya adanya reklamasi yang disertai drainase atau kemarau panjang. Kekeringan mengakibatkan gugus-gugus yang bersifat hidrofilik rusak sehingga gambut tak bisa menyerap cairan, akibatnya gambut kering dan menjadi ringan, mudah tererosi dan terbakar, memunculkan subsidensi, dan hara mudah tercuci sehingga kesuburan tanahnya menjadi lebih rendah (Hartatik, 2007; Hartatik, *et.al.*, 2011; Utami, 2012; Masganti, *et.al.*, 2014).

e. Subsidensi

Proses penurunan permukaan gambut atau penyusutan volume gambut disebabkan oleh oksidasi disebut sebagai subsidensi. Subsidensi dapat disebabkan oleh berbagai proses atau peristiwa, antara lain: (1) oksidasi, seperti kebakaran, menyebabkan bahan kasar (*ranting/akar*) menjadi halus (*abu*) sehingga terjadi penyusutan volume; (2) dekomposisi, kondisi perubahan suasana lingkungan asli gambut yang biasa tergenang (*anaerob*) menjadi kondisi kering (*aerob*) akibat reklamasi/drainase atau kemarau panjang, mengakibatkan potensi aktivitas mikroba perombak bahan organik kasar menjadi halus meningkat sehingga potensi subsidensi menjadi lebih besar; (3) drainase, menyebabkan potensi gambut berada dalam kondisi *aerob* lebih besar sehingga potensi subsidensi menjadi lebih besar; (4) evaporasi, adanya evaporasi menyebabkan kondisi di daerah perakaran menjadi lebih kering sehingga potensi subsidensi menjadi lebih besar; (5) penyerapan air oleh akar tanaman, adanya penyerapan air oleh akar tanaman menyebabkan daerah perakaran semakin kering sehingga potensi subsidensi lebih besar; (6) pemadatan yang diakibatkan adanya

penggunaan alat berat mengakibatkan menyusutnya volume gambut, turut mempercepat terjadinya subsidensi; (7) erosi yang disebabkan angin dan air membawa larut butir-butir halus gambut mempercepat terjadinya subsidensi; dan (8) munculnya sifat kering tak balik menurunkan kemampuan gambut mengembang sehingga potensi volume gambut menurun. Semakin tebal lapisan gambut, semakin cepat laju subsidensi (Hooijer, *et.al.*, 2012; Hirano, *et.al.*, 2014).

Subsidensi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: (1) asal botani bahan organik tanah, bahan gambut yang berasal dari bahan yang banyak mengandung lignin (sukar melapuk), potensi subsidensinya lebih rendah; (2) tingkat pelapukan, bahan gambut yang matang (saprik) memiliki subsidensi yang lebih kecil dibanding gambut yang sedang (hemik) dan kasar (fibrik), demikian juga gambut hemik subsidensinya lebih kecil dari gambut fibrik; (3) tingkat drainase, semakin besar potensi drainase kawasan gambut semakin besar potensi terjadinya subsidensi; (4) ketebalan gambut, semakin tebal gambut potensi terjadinya subsidensi semakin besar, dan (5) aktivitas/sistem budi daya, semakin intensif kegiatan budi daya tanaman, semakin besar potensi subsidensi.

f. Daya Retensi Air

Daya retensi air menunjukkan kemampuan tanah menahan air pada sistem pori-pori tanah sebagai akibat adanya sifat adhesi dan kohesi tanah. Retensi air merupakan fungsi dari porositas dan konduktivitas tanah, dipengaruhi oleh: (a) tingkat dekomposisi, semakin matang semakin besar retensi airnya semakin luas permukaan gugus fungsional pengikat air; (b) bahan penyusun gambut, gambut yang terbentuk dari tumbuhan kecil seperti lumut, teki dan jenis rumput-rumputan lainnya memiliki retensi yang lebih besar dari tumbuhan besar seperti semak belukar atau hutan rawa; dan (c) tipe gambut, gambut pantai lebih besar kapasitas menyimpan air (Hartatik, *et.al.*, 2011; Utami, 2012; Masganti, *et.al.*, 2014).

g. Porositas

Porositas tanah merupakan persentase total pori dalam tanah yang dapat ditempati air dan udara, dibandingkan dengan volume

total tanah. Porositas ditentukan oleh besarnya total ruang pori (TRP), dan nilainya menentukan retensi air. Nilai porositas gambut berkaitan dengan sifat fisik gambut lainnya. Semakin mentah bahan gambut, maka semakin besar porositasnya sehingga hidrolis konduktivitas semakin tinggi. Konsekuensi kondisi ini, pada gambut mentah, air mudah hilang saat drainase.

h. Lapisan Bawah (*Substratum*)

Lapisan bawah gambut dapat berupa endapan marin, pasir, atau sedimen tua. Lapisan bawah memengaruhi hara yang dikandung vegetasi pembentuk gambut di atasnya. Endapan marin dapat memunculkan tanah sulfat masam, bila bahan gambut di atasnya sudah tipis, demikian juga lapisan bawahnya pasir akan membentuk hamparan pasir.

2. Sifat Kimia dan Kesuburan Gambut

Kesuburan gambut dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain: (a) bahan induk tanamannya, bahan induk yang berasal dari tumbuhan lumut lebih subur dibanding yang berasal dari kayu; (b) tingkat dekomposisi, gambut yang matang (saprik) lebih subur dari yang mentah (fibrik) (Noor dan Agus, 2004; Masganti, 2013; Könönen, *et.al.*, 2015); (c) sifat kimia lingkungan aslinya, gambut yang terbentuk pada lingkungan air asin lebih subur daripada lingkungan air payau, air tawar, dan air hujan. Urutan tingkat kesuburan dari aspek lingkungan air dalam proses pembentukan gambut adalah asin > payau > air tawar > air hujan. Air asin umumnya berada pada kawasan pantai, memiliki kadar garam dan hara yang lebih tinggi turut memperkaya gambut yang terbentuk, sedangkan air gambut pedalaman bersumber dari air hujan, miskin hara; (d) substratum, lapisan bawah berupa liat lebih subur dibanding bagian bawah berupa pasir. Liat lebih kaya kandungan hara dibanding pasir, gerakan air tanah akan membawa hara mineral ke lapisan atas gambut, dan; (e) gambut yang tipis lebih subur dibanding yang tebal, gerakan kapiler air tanah membawa hara mineral bagian bawah ke lapisan atas sehingga gambut tipis lebih mudah mendapat suplai hara dari bahan mineral bagian bawah gambut. Selain itu, hara yang bersumber dari pelapukan permukaan gambut akan mudah tercuci ke substratum, dan lebih mudah terangkut ke lapisan atas lagi pada gambut yang tipis.

Beberapa sifat kimia yang khas pada tanah gambut adalah kemasaman tanah (pH), kejenuhan basa (KB), kapasitas tukar kation (KTK), kadar abu, P-tersedia, rasio karbon dengan nitrogen total, dan kandungan unsur mikro.

a. Kemasaman Tanah (pH)

Tingkat kemasaman gambut menjadi kendala pengembangan sebagai penghasil padi (Wiratmoko, *et.al.*, 2008; Masganti, 2013; Masganti, *et.al.*, 2015). Beberapa peneliti melaporkan bahwa tingkat kemasaman tanah gambut tergolong sangat masam (Hartatik, *et.al.*, 2011; Sabiham dan Sukarman, 2012; Setioko, *et.al.*, 2015).

Tanah gambut umumnya sangat masam, pH berkisar antara 3,0–5,0. Kemasaman terjadi akibat konsentrasi asam-asam organik hasil dekomposisi bahan organik. Pada pH 4,0–5,0, kemasaman umumnya dominan karena pengaruh dari asam organik, sedangkan pada pH < 4,0 dapat terjadi karena adanya sumbangan ion H^+ dari oksidasi pirit atau bahan gambutnya sangat miskin (substratum pasir kuarsa). Umumnya pH gambut pantai lebih tinggi dibanding gambut pedalaman, dan pH gambut sisi dome (kubah) lebih tinggi dari daerah dome. Umumnya pH menurun dengan kedalaman, namun pH lapisan bawah dapat lebih tinggi apabila mengandung banyak mineral (liat). Banyak faktor yang memengaruhi nilai pH gambut, karena itu membandingkan pengaruh satu faktor, membutuhkan kondisi faktor lain yang sama.

Nilai kemasaman gambut berbeda menurut tingkat kematangannya (Wiratmoko, *et.al.*, 2008; Agus, *et.al.*, 2012; Masganti, 2013). Gambut yang terdekomposisi lebih lanjut seperti saprik mempunyai pH lebih tinggi dari gambut hemik. Bahan gambut yang belum matang tersusun dari bahan-bahan yang relatif belum terurai dan mengandung asam-asam organik dalam konsentrasi yang lebih tinggi (Hikmatullah, *et.al.*, 2012; Sabiham dan Sukarman, 2012).

b. Kejenuhan Basa

Kejenuhan basa (KB) menunjukkan perbandingan jumlah kation-kation basa dengan jumlah semua kation yang terdapat pada kompleks jerapan tanah. Gambut Indonesia umumnya memiliki KB sangat rendah karena terbentuk di atas tanah miskin hara dan

ombrogen (sumber air dari curah hujan), porositas tinggi sehingga hara mudah tercuci dan tingginya KTK tanah gambut (Noor dan Agus, 2004; Utami, *et.al.*, 2009; Könönen, *et.al.*, 2015).

c. Kadar Abu

Kadar abu merupakan jumlah bahan mineral yang terkandung dalam bahan gambut. Kadar abu tanah gambut Indonesia umumnya rendah, dan umumnya menurun dengan kedalaman. Kadar abu dapat dijadikan petunjuk tingkat kesuburan tanah, di mana bila kadar abu < 2 % dikategorikan sebagai gambut yang tidak subur (oligotrofik); kadar abu 2%–10% termasuk kategori kesuburan sedang (mesotrofik); dan kadar abu > 10% dikategorikan sebagai gambut yang subur (eutotrofik).

Kadar abu dalam tanah gambut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat dekomposisi, semakin matang gambut semakin tinggi kadar abunya. Kadar abu juga dipengaruhi oleh BD tanah, semakin tinggi BD tanah, semakin tinggi kadar abu (Mulyani, *et.al.*, 2012). Hubungan tingkat dekomposisi gambut terhadap C-organik, kadar abu, dan BD beberapa lokasi gambut Indonesia disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hubungan Tingkat Dekomposisi dengan C-Organik, BD Tanah, dan Kadar Abu Tanah Gambut

Sifat Gambut	Tingkat Dekomposisi dan Jumlah Sampel		
	Saprik (n=415)	Hemik (n=1.025)	Fibrik (n=790)
C-organik (%)	49	52	53
Bulk Density (t m ⁻³)	0,179	0,124	0,097
Kadar Abu (%)	12	10	7

Sumber: Mulyani, *et.al.* (2012)

d. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Nilai KTK merupakan gambaran kemampuan tanah dalam menyerap dan menukar/melepaskan kembali kation ke dalam larutan tanah. KTK tanah gambut berdasarkan berat termasuk kategori sangat tinggi, berdasarkan volume tanah tergolong kecil. Besarnya nilai KTK ini akibat peran gugus-gugus fungsional asam-asam organik yang tinggi. Beberapa faktor yang memengaruhi KTK antaranya asal botani, tingkat dekomposisi, dan kandungan mineral. Gambut berasal dari pelapukan bahan mengandung lignin tinggi

memiliki KTK yang lebih rendah dibanding gambut yang berasal dari bahan dengan kandungan lignin yang rendah; KTK pada gambut saprik lebih tinggi dari gambut hemik/fibrik. KTK gambut yang mengandung bahan mineral liat lebih tinggi daripada yang kandungan mineralnya rendah (Noor dan Agus, 2004; Masganti, 2013; Könönen, *et.al.*, 2015).

e. P-tersedia

Gambut umumnya mengandung P-tersedia yang tergolong rendah, hal ini karena P berada dalam bentuk P-organik yang tidak tersedia bagi tanaman. Tingginya porositas tanah mengakibatkan P-tersedia hasil dekomposisi mudah tercuci. Umumnya P-tersedia menurun dengan kedalaman/ketebalan gambut.

Variasi ketersediaan P dalam gambut juga tergantung dari tingkat dekomposisi, ketebalan, bahan pembentuk gambut, dan intensitas budi daya. Gambut tebal mempunyai kadar P sangat tinggi, sedang Suriadikarta (2012) melaporkan ketersediaan P dalam gambut di beberapa lokasi PLG Satu Juta Hektar berkisar dari rendah hingga tinggi. Peneliti lain menyebutkan bahwa kadar P-tersedia dalam gambut rawa pasang surut dan transisi termasuk kategori sedang, tetapi kadar P-tersedia dalam gambut pedalaman tergolong rendah (Salampak, 1999).

Masalah ketersediaan P di lahan gambut juga terkait dengan daya simpan P yang tergolong rendah, sehingga efisiensi pemupukan P menjadi rendah (Masganti, 2013). Kondisi ini disebabkan terbatasnya jumlah koloid gambut. Selain itu, terbatasnya kadar basa-basa dalam tanah gambut juga menjadi penyebab kemampuan menyerap P menjadi rendah, sehingga daya penyimpanan P juga rendah (Maftuah, *et.al.*, 2013; Masganti, 2013).

Ketersediaan P dalam gambut berkorelasi erat dengan tingkat dekomposisi seperti yang dilaporkan oleh Salampak (1999), Wiratmoko, *et.al.* (2008), dan Masganti (2013). Kadar P-tersedia yang tinggi diperoleh dari gambut saprik, diikuti gambut hemik, dan terendah gambut fibrik.

f. Kadar C dan N

Kandungan C gambut umumnya sangat tinggi ($> 5,0\%$) (Hikmatullah, *et.al.*, 2012), demikian juga dengan kandungan N

termasuk tinggi ($> 0,51\%$), namun N-tersedia rendah, karena N yang terukur merupakan N-total, baik yang terlarut maupun dalam bentuk organik. Tingginya C dan N ini karena kedua unsur ini merupakan penyusun utama tanaman. Kadarnya dipengaruhi oleh asal botani dan tingkat dekomposisi. Kadar C meningkat dengan kedalaman, sedangkan kadar N menurun dengan kedalaman.

Kadar C/N rasio dalam gambut menggambarkan perbandingan antara total kandungan karbon dengan nitrogen tanah. C/N rasio gambut umumnya tinggi, minimal 20:1 dan meningkat dengan kedalaman. Nilai C/N yang tinggi mengakibatkan N tidak mudah tersedia, karena masih dalam bentuk N organik (Noor dan Agus, 2004; Masganti, 2013; Könönen, *et.al.*, 2015).

g. Unsur Mikro

Unsur mikro pada tanah gambut umumnya rendah. Kadang terjadi kekahatan Cu, Fe, Mn, Zn (tergantung jenis tanaman). Kondisi ini karena rendahnya kadar unsur tersebut dalam tanah mineral di bawahnya dan kuatnya ikatan kompleks logam-organik. Menurut Hartatik, *et.al.* (2011) ketersediaan hara mikro (Cu dan Zn) dalam gambut tergolong rendah. Hal ini disebabkan terbentuknya senyawa organik-metalik yang menyebabkan hara mikro menjadi tidak tersedia. Pada gambut yang terdekomposisi lanjut, karboksilat dan fenolat merupakan gugus fungsional penting yang mengikat logam (Masganti, 2013).

h. Keracunan Hara

Salah satu kendala yang dihadapi petani dalam budi daya padi di lahan gambut adalah keracunan besi (Khairullah, *et.al.*, 2011; Masganti, *et.al.*, 2019; Khairullah, *et.al.*, 2021). Kadar Fe^{2+} yang tinggi dalam tanah menjadi penyebab utama keracunan besi. Menurut Hartatik, *et.al.* (2007) dan Prasetyo (2007) lahan gambut rawa pasang surut mengandung bahan sulfidik (FeS_2). Jika bahan sulfidik mengalami oksidasi yang ditandai dengan adanya karatan berwarna kuning yang berasal dari pembentukan mineral jarosit ($\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$) sehingga terjadi akumulasi Fe^{2+} (fero), pH dan air tanah menjadi sangat masam dan memicu terjadinya pelapukan mineral 2:1 smektit yang menjadi sumber fero (Prasetyo, 2007). Keracunan besi juga dipicu oleh kemasaman tanah dan air yang tinggi (Syafrudin, 2011).

Pengelolaan air yang menyebabkan drainase jelek juga berkontribusi terhadap peningkatan kadar Fe dalam jaringan tanaman (Khairullah, *et.al.*, 2011; Masganti, *et.al.*, 2019; Khairullah, *et.al.*, 2021). Keracunan besi juga dapat terjadi karena tingginya kadar C-organik yang belum matang, pH tanah, ada-tidaknya senyawa reduktan seperti Fe, nitrat, dan sulfat, kekurangan dan ketidakseimbangan hara dalam jaringan tanaman, daya oksidasi akar yang jelek karena akumulasi bahan penghambat respirasi (H_2S , FeS , asam organik), dan daya eksklusi Fe^{2+} lemah karena defisiensi P, Ca, Mg, atau K.

Unsur hara dengan konsentrasi tinggi di lahan gambut adalah Al, terutama gambut yang bahan stratumnya merupakan tanah sulfat masam. Menurut Creper, *et.al.* (2012) penyebab keracunan Al karena kadar hara dalam jaringan tanaman tergolong tinggi. Ketersediaan air di lahan gambut yang dipengaruhi oleh pergerakan air di sungai menyebabkan terjadinya proses oksidasi-reduksi. Proses ini menyebabkan bahan sulfidik dalam tanah mengalami oksidasi, sehingga pH tanah menjadi sangat rendah sehingga mineral seperti kaolinit, beidelit, dan alomino-silikat menjadi larut dan berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan konsentrasi Al^{3+} ke dalam larutan tanah dan meningkatkan kadar Al-dd (Ryan, 2010; Watanabe dan Osaki, 2012; Samac dan Tesfaye, 2013).

Kekeringan yang panjang dapat menjadi penyebab oksidasi pirit, sehingga tanah menjadi retak. Sisa-sisa akar tanaman dan drainase yang jelek menyebabkan oksigen dapat masuk sampai ke lapisan pirit. Kondisi ini menyebabkan lepasnya ion-ion Al^{3+} dan selanjutnya meningkatkan konsentrasi Al sampai 10 kali.

3. Sifat Biologi Tanah Gambut

Tanah gambut mempunyai ciri biologi khas vegetasi rawa. Terdapat berbagai macam flora dan fauna. Ada ribuan spesies pohon dan bervariasi dengan jarak dari aliran sungai/pantai. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi dominasi vegetasi dari satu lokasi, ke lokasi tanah gambut lainnya (Wibisono dan Noor, 2004) seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Pohon yang Dominan Tumbuh pada Tanah Gambut di Beberapa Lokasi

Lokasi	Nama Latin	Nama Indonesia
Tanjung Putting, Kalimantan Tengah	<i>Glutta wallichii</i>	Rengas
	<i>Neoscortechinia philippinensis</i>	Rambai
	<i>Gonystylus bancanus</i>	Ramin
	<i>Shorea fallax</i>	Meranti
Sebangau, Kalimantan Tengah	<i>Palaquium leicarpum</i>	Hangkang
	<i>Syzqium densinervium</i>	
	<i>Hydnocarpus sp.</i>	Kapul?
Lahei, Kalimantan Tengah	<i>Semecarpus logifolius</i>	
	<i>Buchanania sessifolia</i>	Kandorin
	<i>Shorea balangeran</i>	Balangeran
Sambas, Kalimantan Barat	<i>Blumeodendron elatriospernum</i>	
	<i>Cyatocalyx biovulatus</i>	
	<i>Blumeodendron tokbrai</i>	
Pliitung, Riau	<i>Callophylum soulattru</i>	Bintangur
	<i>Palaquium hexandrum</i>	Balum
	<i>Shorea uliginosa</i>	Meranti bako
Kalimantan Selatan	<i>Combretocarpus rotundatus</i>	Tumih
	<i>Camnosperma coriaceum</i>	Terantang
	<i>Shorea palembanica</i>	Meranti rawa

Sumber: Wibisono dan Noor (2004)

Mikrobiologi tanah yang banyak didapat adalah bakteri dan jamur. Hasil penelitian Hadi dan Inubushi (2012), pada lahan gambut Kalimantan Selatan, didapat makro fungi sebanyak 67 spesies terdiri atas 60 *basidiomycota*, 6 *ascomycota*, 1 *myxomycota*. Kondisi masam dan miskin hara, lahan gambut akan menghambat aktivitas mikroorganisme. Hasil penelitian, selain fungi juga didapat bakteri selulotik, bakteri nitrifikasi, dan denitrifikasi (Hadi, *et.al.*, 2012).

E. Ameliorasi dan Pemupukan Tanah Gambut untuk Budi Daya Padi

Lahan gambut sangat potensial dikembangkan sebagai lumbung beras nasional. Akan tetapi, pemanfaatan lahan ini terkendala dengan tingkat kemasaman yang tinggi dan risiko keracunan hara tertentu, selain tingkat kesuburan yang rendah. Fakta tersebut memaksa untuk menerapkan

teknologi pengelolaan hara seperti ameliorasi dan pemupukan agar diperoleh produktivitas padi yang tinggi.

1. Ameliorasi

Beberapa peneliti menginformasikan bahwa budi daya padi di lahan gambut terkendala dengan sifat kimia tanah (Wiratmoko, *et.al.*, 2008; Hartatik, *et.al.*, 2011; Masganti, 2013). Untuk menjamin pertumbuhan dan produksi padi yang tinggi, diperlukan perbaikan kualitas lahan melalui ameliorasi atau bahan pembenah tanah (Hartatik dan Sarmah, 2013; Dariah, *et.al.*, 2015). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ameliorasi efektif memperbaiki pertumbuhan dan hasil padi (Azman, *et.al.*, 2014).

Amelioran merupakan bahan yang ampuh untuk meningkatkan produktivitas padi karena bermanfaat untuk: (a) menurunkan risiko keracunan Fe dan Al; (b) memperbaiki lingkungan tumbuh tanaman; (c) meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemupukan; (d) meningkatkan produktivitas; dan (e) meningkatkan kualitas hasil (Masganti, *et.al.*, 2020b). Amelioran memengaruhi produktivitas dengan dua cara, yakni secara langsung melalui suplai unsur hara yang terkandung dalam amelioran, dan secara tidak langsung melalui perbaikan sifat fisik dan biologi tanah (Dinesh, *et.al.*, 2010; Hartatik, *et.al.*, 2015). Suplai hara, terutama senyawa karbon menjadi sumber energi bagi aktivitas mikroorganisme dalam tanah. Peningkatan aktivitas mikroorganisme dalam tanah menyebabkan dinamika ketersediaan hara meningkat (Subowo, 2010; Andersen, *et.al.*, 2013; Melling, *et.al.*, 2013), sehingga tanaman dapat memanen hara lebih banyak untuk mendukung pertumbuhannya (Dinesh, *et.al.*, 2010; Maftu'ah, *et.al.*, 2013).

Ameliorasi tanah gambut biasanya dilakukan petani menggunakan kalsit (CaCO_3) dan dolomit $\{(\text{Ca};\text{Mg})(\text{CO}_3)_2\}$. Sebagian petani juga menggunakan pupuk kandang sebagai bahan amelioran untuk memperbaiki lingkungan tumbuh dan meningkatkan produktivitas. Tabel 8 memperlihatkan rekomendasi amelioran dari kalsit dan dolomit untuk tanah gambut di lahan rawa pasang surut berdasarkan tipe luapan.

Tabel 8. Rekomendasi Sumber dan Dosis Amelioran untuk Tanaman Padi di Lahan Gambut Rawa Pasang Surut

No.	Tipologi Luapan Lahan Pasang Surut	Sumber Ameliorant dan Dosis (kg/ha)	
		Kalsit	Dolomit
1.	A	500–1.000	1.000–1.500
2.	B	1.000–1.500	1.500–2.000
3.	C	1.500–2.000	2.000–3.000

Sumber: Masganti, *et.al.* (2020b)

Tanaman padi di lahan gambut biasa juga diameliorasi menggunakan pupuk kandang dengan dosis 2.000–3.000 kg/ha (Subowo, *et.al.*, 2013; Hartatik, *et.al.*, 2015; Masganti, *et.al.*, 2020b) atau menggunakan jerami padi dengan dosis 2,0–3,0 ton/ha (Masganti, *et.al.*, 2016).

Ameliorasi berperan penting dalam menciptakan lingkungan tumbuh tanaman padi (Azman, *et.al.*, 2014; Setioko, *et.al.*, 2015; Masganti, *et.al.*, 2020b). Pengaruh ameliorasi terhadap pertumbuhan dan produksi padi berbeda menurut sumber ameliorant (Tabel 9). Khasiat pupuk kandang lebih baik dibandingkan dengan dolomit, jerami padi, dan kompos (Wihardjaka, *et.al.*, 2012; Pramono, *et.al.*, 2014; Wihardjaka, 2015). Bahkan amelioran tersebut mampu menurunkan gas rumah kaca (GRK) yang lebih besar.

Tabel 9. Pengaruh Jenis Amelioran dalam Ameliorasi Tanaman Padi terhadap Penurunan Emisi CH₄

No.	Jenis Amelioran	Penurunan Emisi (kg CH ₄ /ha/Musim Tanam)
1.	Pupuk kandang	22,97
2.	Dolomit	20,65
3.	Jerami	-3,32
4.	Kompos	-4,42

Sumber: Wihardjaka, *et.al.* (2012) dan Wihardjaka (2015)

Keracunan besi merupakan salah satu penghambat tanaman memproduksi padi yang maksimum. Beberapa peneliti melaporkan bahwa penggunaan kompos jerami padi dalam budi daya padi mampu mengurangi risiko keracunan besi, meningkatkan efisiensi pemupukan, dan meningkatkan produktivitas (Masganti, *et.al.*, 2019; Khairullah, *et.al.*, 2021) serta mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) seperti

yang dilaporkan oleh Wihardjaka, *et.al.* (2012), Pramono, *et.al.* (2014), dan Wihardjaka (2015).

Petani umumnya melakukan ameliorasi pada pertanaman padi di lahan gambut menggunakan kapur untuk memenuhi kebutuhan hara Ca. Menurut Azman, *et.al.* (2014) pengaruh kapur sebagai bahan amelioran ditentukan oleh jenis kapur dan dosisnya. Selain untuk menaikkan ketersediaan hara Ca dalam tanah gambut, pengapuran juga dilaporkan dapat menekan kebutuhan P tanaman (Masganti, 2013). Kebutuhan kapur untuk tanaman padi di lahan gambut rawa pasang surut juga ditentukan oleh tipe luapan airnya (Tabel 10).

Tabel 10. Kebutuhan Amelioran untuk Meningkatkan Produktivitas Padi di Lahan Pasang Surut Berdasarkan Tipe Luapan

No.	Tipe Luapan	Sumber Amelioran	
		CaCO ₃	(Ca, Mg)CO ₃
1.	Lahan pasang surut tipe A	500–1.000	1.000–1.500
2.	Lahan pasang surut tipe B	1.000–1.500	1.500–2.000
3.	Lahan pasang surut tipe C	1.500–2.000	2.000–3.000

Sumber: Masganti, *et.al.* (2020b)

2. Pemupukan

Hasil-hasil penelitian menyimpulkan bahwa ketersediaan hara di lahan gambut tergolong rendah sehingga perlu diambil langkah penting untuk memperbaiki lingkungan tumbuh tanaman padi melalui pemupukan. Pemupukan diperlukan untuk meningkatkan ketersediaan hara tanaman, menjaga keseimbangan hara, dan mendukung resistensi tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Beberapa peneliti melaporkan bahwa tanpa pemupukan, lahan gambut tidak mampu mendukung pertumbuhan dan produksi padi yang maksimal (Mohaddesi, *et.al.*, 2011; Masganti, 2013). Kondisi tersebut mengharuskan perlunya pemupukan unsur-unsur seperti N, P, dan K sangat diperlukan (Maftu'ah, *et.al.*, 2013; Masganti, *et.al.*, 2016).

Pertumbuhan dan produksi padi di lahan gambut rawa pasang surut tergantung dari jenis dan dosis pupuk yang diberikan (Masganti, 2013; Setioko, *et.al.*, 2015). Hasil penelitian Masganti (2013) menyebutkan bahwa dosis pupuk N, P, dan K yang diperlukan tergantung dari tipe luapan (Tabel 11). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa

Tabel 8. Rekomendasi Sumber dan Dosis Amelioran untuk Tanaman Padi di Lahan Gambut Rawa Pasang Surut

No.	Tipologi Luapan Lahan Pasang Surut	Sumber Ameliorant dan Dosis (kg/ha)	
		Kalsit	Dolomit
1.	A	500–1.000	1.000–1.500
2.	B	1.000–1.500	1.500–2.000
3.	C	1.500–2.000	2.000–3.000

Sumber: Masganti, *et.al.* (2020b)

Tanaman padi di lahan gambut biasa juga diameliorasi menggunakan pupuk kandang dengan dosis 2.000–3.000 kg/ha (Subowo, *et.al.*, 2013; Hartatik, *et.al.*, 2015; Masganti, *et.al.*, 2020b) atau menggunakan jerami padi dengan dosis 2,0–3,0 ton/ha (Masganti, *et.al.*, 2016).

Ameliorasi berperan penting dalam menciptakan lingkungan tumbuh tanaman padi (Azman, *et.al.*, 2014; Setioko, *et.al.*, 2015; Masganti, *et.al.*, 2020b). Pengaruh ameliorasi terhadap pertumbuhan dan produksi padi berbeda menurut sumber ameliorant (Tabel 9). Khasiat pupuk kandang lebih baik dibandingkan dengan dolomit, jerami padi, dan kompos (Wihardjaka, *et.al.*, 2012; Pramono, *et.al.*, 2014; Wihardjaka, 2015). Bahkan amelioran tersebut mampu menurunkan gas rumah kaca (GRK) yang lebih besar.

Tabel 9. Pengaruh Jenis Amelioran dalam Ameliorasi Tanaman Padi terhadap Penurunan Emisi CH₄

No.	Jenis Amelioran	Penurunan Emisi (kg CH ₄ /ha/Musim Tanam)
1.	Pupuk kandang	22,97
2.	Dolomit	20,65
3.	Jerami	-3,32
4.	Kompos	-4,42

Sumber: Wihardjaka, *et.al.* (2012) dan Wihardjaka (2015)

Keracunan besi merupakan salah satu penghambat tanaman memproduksi padi yang maksimum. Beberapa peneliti melaporkan bahwa penggunaan kompos jerami padi dalam budi daya padi mampu mengurangi risiko keracunan besi, meningkatkan efisiensi pemupukan, dan meningkatkan produktivitas (Masganti, *et.al.*, 2019; Khairullah, *et.al.*, 2021) serta mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) seperti

yang dilaporkan oleh Wihardjaka, *et.al.* (2012), Pramono, *et.al.* (2014), dan Wihardjaka (2015).

Petani umumnya melakukan ameliorasi pada pertanaman padi di lahan gambut menggunakan kapur untuk memenuhi kebutuhan hara Ca. Menurut Azman, *et.al.* (2014) pengaruh kapur sebagai bahan amelioran ditentukan oleh jenis kapur dan dosisnya. Selain untuk menaikkan ketersediaan hara Ca dalam tanah gambut, pengapuran juga dilaporkan dapat menekan kebutuhan P tanaman (Masganti, 2013). Kebutuhan kapur untuk tanaman padi di lahan gambut rawa pasang surut juga ditentukan oleh tipe luapan airnya (Tabel 10).

Tabel 10. Kebutuhan Amelioran untuk Meningkatkan Produktivitas Padi di Lahan Pasang Surut Berdasarkan Tipe Luapan

No.	Tipe Luapan	Sumber Amelioran	
		CaCO ₃	(Ca, Mg)CO ₃
1.	Lahan pasang surut tipe A	500–1.000	1.000–1.500
2.	Lahan pasang surut tipe B	1.000–1.500	1.500–2.000
3.	Lahan pasang surut tipe C	1.500–2.000	2.000–3.000

Sumber: Masganti, *et.al.* (2020b)

2. Pemupukan

Hasil-hasil penelitian menyimpulkan bahwa ketersediaan hara di lahan gambut tergolong rendah sehingga perlu diambil langkah penting untuk memperbaiki lingkungan tumbuh tanaman padi melalui pemupukan. Pemupukan diperlukan untuk meningkatkan ketersediaan hara tanaman, menjaga keseimbangan hara, dan mendukung resistensi tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Beberapa peneliti melaporkan bahwa tanpa pemupukan, lahan gambut tidak mampu mendukung pertumbuhan dan produksi padi yang maksimal (Mohaddesi, *et.al.*, 2011; Masganti, 2013). Kondisi tersebut mengharuskan perlunya pemupukan unsur-unsur seperti N, P, dan K sangat diperlukan (Maftu'ah, *et.al.*, 2013; Masganti, *et.al.*, 2016).

Pertumbuhan dan produksi padi di lahan gambut rawa pasang surut tergantung dari jenis dan dosis pupuk yang diberikan (Masganti, 2013; Setioko, *et.al.*, 2015). Hasil penelitian Masganti (2013) menyebutkan bahwa dosis pupuk N, P, dan K yang diperlukan tergantung dari tipe luapan (Tabel 11). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa

produksi tanaman pangan yang tidak dipupuk sesuai dengan dosis, jenis, dan waktu pemupukan yang tepat menyebabkan pertumbuhan tanaman tertekan dan tidak dapat berproduksi secara maksimal (Hartatik, *et.al.*, 2015; Masganti, *et.al.*, 2016).

Tabel 11. Rekomendasi Pemupukan Tanaman Padi di Lahan Gambut Rawa Pasang Surut Berdasarkan Tipe Luapan

No.	Tipe luapan	Rekomendasi Pemupukan (kg/ha)		
		Urea	SP-36	KCI
1.	A	133–200	167–200	75–100
2.	B	200–267	200–250	100–150
3.	C	267–300	250–333	150–200

Sumber: Masganti (2013)

Peneliti lain (Wihardjaka, 2015) menginformasikan bahwa pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan dan produktivitas padi di lahan gambut juga ditentukan oleh bentuk pupuk dan frekuensi pemberian pupuk. Pemupukan yang lebih sering menyebabkan efektivitas pemupukan menjadi lebih tinggi. Selain itu, bentuk dan frekuensi pemberian pupuk juga berpengaruh terhadap penurunan GRK.

Nitrogen merupakan unsur utama yang sangat diperlukan tanaman padi untuk mendukung pertumbuhan dan produksi yang maksimal. Unsur ini terutama diperlukan dalam mendukung fotosintesis, menjaga keseimbangan hara, dan kualitas hasil. Petani menggunakan sumber pupuk N dari pupuk tunggal (urea), dan pupuk majemuk seperti Ponska. Pemupukan N di lahan gambut rawa pasang surut harus memperhatikan tipe luapan (Masganti, 2012; 2013). Pupuk N harus diberikan secara bertahap karena unsur N mudah tercuci oleh pergerakan air sehingga lahan rawa pasang surut yang bertipe luapan A, disarankan untuk melakukan pemupukan 3–4 hari setelah pasang tunggal atau pada saat mendekati pasang ganda.

Tanaman padi yang mengalami kekurangan unsur P akan menghasilkan tanaman yang tumbuh tidak maksimum, jumlah anakan sedikit, tinggi tanaman rendah, dan bobot 1.000 biji ringan. Akibatnya kekurangan unsur P menyebabkan produktivitas rendah akibat pembentukan biji yang lebih sedikit atau karena biji yang terbentuk tidak sempurna, sehingga menjadi gabah hampa atau bobot biji rendah.

Seperti halnya dengan pupuk N, pertimbangan jumlah pupuk yang diperlukan dalam budi daya padi di lahan gambut harus memperhatikan tipe luapan (Masganti, 2012; 2013). Pemupukan P dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa sumber seperti TSP, SP-36, maupun fosfat alam atau *rock-phosphate* (Masganti, 2013) dalam bentuk pupuk tunggal atau menggunakan pupuk majemuk seperti Ponska. Dosis pemupukan P juga bisa didasarkan atas status P-total. Tanah dengan kadar P-total tinggi (> 20 ppm P_2O_5), jumlah pupuk P yang diberikan cukup 22,5 kg P_2O_5 /ha, tanah dengan kadar P-total sedang (10–20 ppm P_2O_5) jumlah pupuk P yang diberikan 45,0 kg P_2O_5 /ha, dan tanah dengan status P-total rendah (< 10 ppm P_2O_5) memerlukan jumlah pupuk P sebesar 67,5 kg P_2O_5 /ha yang dikombinasikan dengan pengapuran.

Unsur ketiga yang paling diperlukan dalam budi daya padi di lahan gambut adalah kalium (K). Unsur ini diperlukan tanaman terkait dengan proses metabolisme dan berfungsi sebagai katalisator berbagai reaksi, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan OPT, dan meningkatkan bobot biji. Pupuk K yang sering digunakan petani di lahan gambut bersumber dari pupuk tunggal (KCl) atau pupuk majemuk (Ponska). Ketersediaan K dalam tanah gambut tergolong rendah, yang juga tecermin dari tipe luapan. Tanah gambut yang terdapat di lahan rawa pasang surut tipe A mempunyai kadar K yang lebih tinggi dari lahan bertipe luapan B dan C. Selain itu, jumlah pupuk K yang diperlukan juga dipengaruhi oleh kondisi drainase di sawah. Sawah dengan drainase jelek memerlukan pupuk K yang lebih banyak dibanding sawah yang drainasenya baik.

F. Penutup

Lahan gambut sangat potensial dimanfaatkan untuk mendukung produksi beras nasional yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan kebutuhan energi individu, dan keinginan menjadi lumbung pangan dunia.

Lahan gambut Indonesia tersebar di Pulau Sumatra, Kalimantan, dan Papua. Luas lahan gambut Indonesia diperkirakan mencapai 14,93 juta hektare, 10,27 juta hektare sesuai untuk pengembangan pertanian dan 5,90 juta hektare di antaranya sesuai untuk budi daya padi.

Pengelolaan lahan gambut untuk budi daya padi harus

memperhatikan karakteristik gambut terkait dengan: (a) sifat-sifat fisik seperti tingkat dekomposisi, ketebalan/ kedalaman, *bulk density*, kering tak balik, laju subsidensi daya retensi air, porositas, dan lapisan bawah/substratum; (b) sifat-sifat kimia meliputi kemasaman tanah, kejenuhan basa, kadar abu, kapasitas tukar kation, P-tersedia, C-organik, N-total, dan unsur mikro; dan (c) sifat biologis tanah gambut seperti flora dan fauna.

Pemanfaatan lahan gambut untuk budi daya padi terkendala di antaranya oleh ketersediaan hara yang rendah, kemasaman tanah yang tinggi, efisiensi pemupukan yang rendah, dan risiko keracunan unsur hara tertentu. Produktivitas padi di lahan gambut dapat ditingkatkan melalui ameliorasi dan pemupukan.

Daftar Pustaka

- Agus, F., A. Mulyani, A. Dariah, Wahyunto, Maswar, & E. Susanti. 2012. "Peat Maturity and Thickness for Carbon Stock Estimation". *Proceedings*, 14th International Peat Congress, 3–8 June 2012, Stockholm, Sweden.
- Agus, F. 2020. "Pemetaan Lahan Gambut dan Isu Lingkungan". Bahan Webinar Pemanfaatan Gambut Secara Berkelanjutan. Bogor, 28 Mei 2020. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan.
- Andersen, R., C. Wells, M. Macrae, & 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.
- Andriesse J. P. 1988. "Nature and Management of Tropical Peat Soils". *FAO Soil Bulletin* 59. Rome.
- Azman, E.A. S. Jusup, C.F. Ishak, & R. Ismail. 2014. "Increasing Rice Production Using Different Lime Source on Acid Sulphate Soil in Merbok, Malaya". *Pertanika J.Trop.Sci*, 37(2):223–247.
- BBSDLP. 2018. *Peta Arahan Penggunaan Lahan*. Bogor: Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. 116 halaman.
- Badan Pusat Statistik. 2020. "Luas Panen dan Produktivitas Padi di Indonesia". *Berita Resmi Statistik*, No. 16/02/XXIII 12 halaman, BPS Jakarta.

- Creeper, N. L., P. Shand, R. W. Fitzpatrick, & J. Hutson. 2012. "Behaviour of Iron, Aluminium and Other Selected Metals Following The Rewetting of Inland Acid Sulfate Soils Containing Sulfuric Material". In Österholm, P., Yli-Halla, M. & Edén, P. (eds.). "7th International Acid Sulfate Soils Conference in Vassa, Finland 2012: Towards Harmony between Land Use and the Environment". *Geological Survey of Finland*, Guide 56: 26–28.
- Dariah, A., E. Susanti E., A. Mulyani, & F. Agus. 2012. "Faktor Penduga Simpanan Karbon Pada Tanah Gambut". *Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan"*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Dariah, Ai., S. Sutono, N.L. Nurida, W. Hartatik, & E. Pratiwi. 2015. "Pembenah Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2): 67–84.
- Dinesh, R., V. Srinivisan, S. Hamza, & A. Manjusha. 2010. "Short-term Incorporation of Organic Manures and Biofertilizers Influences Biochemical and Microbial Characteristics of Soil Under an Annual Crop Tumeric (*Curcuma longa*)". *Bioresource Technology*, 101:4697–4702.
- Hadi, A. & Inubushi K. 2012. "Mikrobiologi Gas Rumah Kaca Pada Lahan Gambut Tropika". *Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan"*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Hadi, A., D. N. Affandi, R. A. Bakar, & 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.
- Hartatik, W., Sulaeman, & A. Kasno. 2007. "Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Ameliorasi Sawah Bukaak Baru". Dalam Agus, dkk. (Eds.). *Tanah Sawah Bukaak Baru*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
- Hartatik, W., I. G. M. Subiksa, & Ai Dariah. 2011. "Sifat Kimia dan Fisika Lahan Gambut". Dalam Neneng L. Nurida, A. Mulyani, & F. Agus (Eds.). *Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.

- Hartatik, W., & Sarmah. 2013. "Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Terhadap Kadar Asam Humat dan Asam Fulvat Tanah". *Jurnal Tanah dan Iklim*, 38(2):79–86.
- Hartatik, W., Husnain, & L. R. Widowati. 2015. "Peranan Pupuk Organik dalam Peningkatan Produktivitas Tanah dan Tanaman". *J. Sumberdaya Lahan*, (2): 107– 120.
- Hikmatullah, H., Hidayat, & U. Suryana. 2012. "Pemetaan Detail Tanah Gambut di Demplot Jabiren Kalimantan Tengah Mendukung Penelitian Emisi Karbon". *Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan"*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Hirano, T., K. Kusin, S. Limin, & M. Osaki. 2014. "Carbon Dioxide Emissions Through Oxidative Peat Decomposition on a Burn Tropical Peatland". *Glob. Chang. Biol.*, 20:555–565.
- Hooijer, A., S. E. Page, J. Jauhiainen, W. Lee, Idris, & G. Anshari. 2012. "Subsidence and Carbon Loss in Drained Tropical Peatlands". *Biogeosciences*, 9:1053–1071.
- Khairullah, I. L. Indrayati, A. Hairani, & A. Susilawati. 2011. "Pengaturan Waktu Tanam dan Tata Air untuk Mengendalikan Keracunan Besi Pada Tanaman Padi di Lahan Rawa Pasang Surut Sulfat Masam Potensial Tipe B". *Jurnal Tanah dan Iklim*, Edisi Khusus Rawa, Juli 2011:13–24.
- Khairullah, I., M. Saleh, M. Alwi, & Masganti. 2021. "Increasing Productivity of Rice Through Iron Toxicity Control in Acid Sulphate Soils of Tidal Swampland". *1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management*, pp. 1– 13.
- Könönen, M., J. Jauhiainen, R. Laiho, K. Kusin, & H. Vasander. 2015. "Physical and Chemical Properties of Tropical Peat Under Stabilised Land Uses". *Mires and Peat*, 16(8):1–13.
- Maftu'ah, E., A. Maas, A. Syukur, & B. H. Purwanto. 2013. "Efektivitas Amelioran Pada Lahan Gambut Terdegradasi untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Serapan NPK Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. Var. *Saccharata*)". *Jurnal Agronomi Indonesia*, 41(1):16–23.

- Masganti. 2012. "Produktivitas Varietas Padi Unggul yang Dibudidayakan di Tipe Lahan Berbeda di Lahan Pasang Surut". Dalam Subaidi, dkk. (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pertanian Spesifik Lokasi*. Buku 1.
- 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, & Rachmiwati. 2014. "Karakteristik dan Potensi Pemanfaatan Lahan Gambut Terdegradasi di Provinsi Riau". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(1):47–54.
- Masganti, Nurhayati, Rachmiwati Yusuf, & Hery Widyanto. 2015. "Teknologi Ramah Lingkungan dalam Budidaya Kelapa Sawit di Lahan Gambut Terdegradasi". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2): 99–108.
- Masganti, Nurhayati, & Nurmili. 2016. "Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Pasang Surut dengan Pupuk P dan Kompos Jerami". *Jurnal Tanah dan Iklim*, 40(1):17–24.
- Masganti, K. Anwar, & M. A. Susanti. 2017. "Potensi dan Pemanfaatan Lahan Gambut Dangkal untuk Pertanian". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 11(1): 43–54.
- Masganti & M. Alwi. 2018. "Pintu Menuju Lumbung Pangan Dunia". Dalam Masganti, dkk. (Eds.). *Inovasi Teknologi Lahan Rawa Mendukung Kedaulatan Pangan*. Jakarta: IAARD Press.
- Masganti & Khairil Anwar. 2018. "Teknologi Peningkatan Produksi Tanaman Hortikultura di Lahan Gambut". Dalam Masganti, dkk. (Eds.). *Inovasi Teknologi Lahan Rawa Mendukung Kedaulatan Pangan*. Jakarta: IAARD Press.
- Masganti, A. Susilawati, I. Khairullah, & K. Anwar. 2019. "Pengendalian Keracunan Besi untuk Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Rawa Pasang Surut Bukaak Baru". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(2):103–113.
- Masganti, A. Susilawati, & N. Yuliani. 2020a. "Optimasi Pemanfaatan Lahan untuk Peningkatan Produksi Padi di Kalimantan Selatan". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(2):101–113.

- Masganti, Anna Hairani, & Ani Susilawati. 2020b. "Teknologi Pengelolaan Kesuburan Tanah Gambut untuk Budidaya Padi di Lahan Rawa Pasang Surut". Dalam Masganti, dkk. (Eds.). *Optimasi Lahan Rawa: Akselerasi Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045*. Jakarta: IAARD Press, Badan Litbang.
- Maswar. 2012. "Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Kebakaran Lahan Gambut". *Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan"*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Melling, L., C. S. Yun Tan, K. J. Goh, & R. Hatano. 2013. "Soil Microbial and Root Respirations from Three Ecosystems in Tropical Peatland of Sarawak, Malaysia". *J. Oil Palm Res*, 25:44–57.
- Mohaddesi, A., A. Abbasian, S. Bhakshipour, & H. Aminpanah. 2011. "Effect of Different Level of Nitrogen and Plant Spacing on Yield, Yield Components and Physiological Indices In Hig Yield Rice". *Aqmer-Eur J. Agric. Environ*, 10:893–900.
- Mulyani, A., E. Susanti E, Ai Dariah, Maswar, Wahyunto, & F. Agus. 2012. "Basisdata Karakteristik Tanah Gambut di Indonesia". *Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan"*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Pramono, A., A. T. Ayu, H. C. Oktasari, & P. Setyanto. 2014. "Pengaruh Pukan Ayam Terhadap Emisi Gas Rumah Kaca dan Dinamika Populasi Mikroba Pada Lahan Gambut". *Jurnal Tanah dan Iklim*, Edisi Khusus: 41–49.
- Prasetyo, B. H. 2007. "Genesis Tanah Sawah Buka-an Baru". Dalam Agus, dkk. (Eds.). *Tanah Sawah Buka-an Baru*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
- Ritung, S., Wahyunto, K. Nugroho, Sukarman, Hikmatullah, Suparto, & C. Tafakresnanto. 2015. *Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi Ketersediaan*. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press.
- Ryan, O. R. 2010. "Aluminium Toxicity and Tolerance in Plant". *Plant Physiol*, 107:315–321.

- Sabiham, S. & Sukarman. 2012. "Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pengembangan Kelapa Sawit". Dalam Husen, dkk. (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*. Bogor: Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Salampak, D. 1999. "Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi". *Disertasi*. Bogor: Program Pascasarjana IPB.
- Samac, D. A., & M. Tesfaye. 2013. "Plant Improvement for Tolerance to Al in Acid Soil A Review". *J. Plant Cell Tissue Organ Cult*, 75:189–207.
- Setioko, P. H., Suwarno, & A. Hartono. 2015. "Pengaruh Residu Terak Baja Terhadap Sifat Kimia Tanah Gambut dan Hasil Padi Sawah". *Jurnal Tanah dan Iklim*, 39(2):127–136.
- Subowo. 2010. "Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik untuk Kesuburan dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 4(1):12–25.
- Sukarman, Suparto, & H. S. Mamat. 2012. Karakteristik Tanah Gambut dan Hubungannya dengan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Perkebunan Kelapa Sawit di Riau dan Jambi". *Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan"*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Suriadikarta, D. A. 2012. "Teknologi Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan". *Jurnal Sumberdaya Lahan Pertanian*, 6(2):197–211.
- Syafruddin. 2011. "Keracunan Besi Pada Tanaman Padi dan Upaya Penanggulangan Pada Lahan Sawah". *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*, 3(1):35–45.
- Utami, S. N. H., A. Maas, B. Radjagukguk, & B. H. Purwanto. 2009. "Sifat Fisik, Kimia dan FTIR Spektrofotometri Gambut Hidrofobik Kalimantan Tengah". *Jurnal Tanah Tropika*, 12(2):159–166.
- Utami, S. N. H. 2012. "Lahan Gambut Terdegradasi". *Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan"*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Watanabe, T., & M. Osaki. 2012. "Mechanisms of Adaptation to High Aluminum Condition in Native Plant Species Growing in Acid Soils". *Communication Soil Science Plant Analysis*, 33:1247–1260.

- Wibisono, I. T., & 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.
- Wihardjaka, A., S. D. Tanjung, B. H. Sunarminto, & E. Sugiharto. 2012. "Methane Emission from Direct Seeded Rice Under the Influence of Rice Straw and Nitrification Inhibitor". *Indonesia J. Agric. Sci.*, 13(1):1–11.
- Wihardjaka, A. 2015. "Mitigasi Emisi Gas Metana Melalui Pengelolaan Lahan Sawah". *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 34(3):95–104.
- Wiratmoko, D. Winarna, S. Rahutomo, & H. Santoso. 2008. "Karakteristik Gambut Topogen dan Ombrogen di Kabupaten Labuhan Batu Sumatera Utara untuk Budidaya Tanaman Kelapa Sawit". *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 16(3):119–126.



BAB 3

PENGELOLAAN LAHAN DAN TANAMAN PADI DI LAHAN SALIN

Masganti¹, Yanti Rina D.², Muhammad Saleh¹, dan Rusmila Agustina

¹Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkular, Badan Riset dan Inovasi

²Nasional

Email: masgambut59@yahoo.com

A. Ringkasan

Kebutuhan beras di Indonesia terus meningkat disebabkan karena jumlah penduduk terus bertambah, kebutuhan energi individu meningkat, dan keinginan menjadi lumbung pangan dunia. Sementara terjadi kompetisi penggunaan lahan dan penurunan kualitas lahan. Perubahan iklim global menyebabkan meluasnya daerah yang terimbas intrusi air laut, sehingga terjadi penurunan produktivitas padi, dan biaya input produksi lebih tinggi. Tanah salin adalah tanah yang mempunyai kandungan natrium berada di atas ambang batas kritis atau ambang batas toleransi tanaman. Berdasarkan nilai daya hantar listrik (DHL), dan kadar natrium (Na) dalam tanah, tanah salin dibagi menjadi lima kategori, yakni (1) sangat rendah; (2) rendah; (3) sedang; (4) tinggi; dan (5) sangat tinggi. Peningkatan salinitas terjadi pada musim kemarau, di daerah dengan curah hujan rendah, dekat pantai, tingginya input atau masukan air yang mengandung garam, lebih tingginya evaporasi dan evapotranspirasi dibandingkan presipitasi/curah hujan, lahan sawah yang air irigasinya tercemar limbah pabrik berkadar garam tinggi, keadaan topografi, kerapatan irigasi aktif, bencana alam seperti tsunami,

dan tanah yang bahan induknya tersusun dari deposit garam. Padi merupakan tanaman yang sensitif terhadap salinitas, tetapi termasuk tanaman yang direkomendasikan untuk dibudidayakan di lahan salin. Salinitas menurunkan kapasitas produksi tanaman akibat: (1) tekanan osmotik tanaman yang rendah; (2) kandungan hara nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan kalsium (Ca) yang rendah; (3) kandungan Na dan pH yang tinggi; (4) keracunan aluminium (Al) dan besi (Fe); (5) degradasi klorofil. Respons tanaman terhadap salinitas dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh dan indeks toleransi tanaman. Pemanfaatan lahan salin untuk peningkatan produksi padi memerlukan teknologi pengelolaan hara dan tanaman. Teknologi pengelolaan hara meliputi (1) ameliorasi dengan kapur pertanian, pupuk kandang, kompos, dan bahan organik; (2) penggunaan bahan pembenah tanah seperti mulsa, gipsum, SP-50, fosfat alam, dan abu sekam padi. Sementara pengelolaan tanaman yang diperlukan adalah (1) penggunaan padi varietas unggul toleran salin, seperti Dendang, Lambur, Siak Raya, Inpari 34 Salin Agritan, Inpari 35 Salin Agritan, Inpari Unsoed 79 Agritan, Inpari 43 Agritan GSR, Inpari 44 Agritan; dan (2) pengaturan waktu tanam.

B. Pendahuluan

1. Latar Belakang

Beras menjadi sumber karbohidrat utama dalam sistem pangan Indonesia. Ketersediaan komoditas ini harus ditingkatkan akibat jumlah penduduk yang terus bertambah, kebutuhan energi individu yang meningkat, dan keinginan menjadi lumbung pangan dunia (LPD) pada tahun 2045 (Masganti dan Alwi, 2018; Masganti, *et.al.*, 2020; Sosiawan, *et.al.*, 2020). Penyebab lain harus tersedianya beras dalam jumlah yang lebih banyak adalah efisiensi konsumsi yang masih rendah, diperkirakan sekitar 10% bahan pangan menjadi sampah pangan.

Masyarakat harus memperoleh garansi ketersediaan beras sepanjang tahun untuk mendukung lahirnya generasi Indonesia yang lebih baik, dan meredam gejolak sosial. Usaha tani padi yang belum menjanjikan dari segi peningkatan pendapatan petani, perlu ditingkatkan melalui penggunaan teknologi yang lebih maju, modern, dan mandiri. Terbatasnya sumber daya lahan di Pulau Jawa harus diimbangi dengan intensifikasi dan ekstensifikasi pemanfaatan lahan marginal di luar

Pulau Jawa (Hairani, *et.al.*, 2017; Masganti dan Alwi, 2018; Subagyo, 2019) agar pasokan beras tidak lagi bertumpu ke Pulau Jawa yang sudah mulai mengalami penurunan kapasitas produksi.

Ketersediaan lahan menjadi pemberat dalam penyediaan beras. Pemberat dari segi kuantitas lahan adalah: (a) alih fungsi lahan; (b) kompetisi penggunaan untuk non-pertanian; dan (c) pengurangan luas garapan, baik karena iklim ekstrem maupun hak waris. Sementara itu, dari segi kualitas lahan meliputi: (a) degradasi kesuburan tanah; (b) peningkatan luas lahan yang tidak digarap; dan (c) penurunan produktivitas padi. Kondisi ini menyebabkan kapasitas produksi beras menjadi berkurang, dan diperlukan biaya produksi yang relatif mahal. Memperhatikan kualitas lahan, maka mau tidak mau pengembangan budi daya padi ke depan harus memanfaatkan lahan dengan kualitas yang lebih rendah atau sudah terdegradasi.

Salah satu lahan yang mengalami degradasi kesuburan tanah adalah lahan salin. Tanah salin adalah tanah yang mempunyai kandungan natrium berada di atas ambang batas kritis atau ambang batas toleransi tanaman. Tanah salin juga dapat dibatasi sebagai tanah dengan kandungan garam mudah larut (NaCl , Na_2CO_3 , Na_2SO_4) yang tinggi, sehingga memengaruhi pertumbuhan dan produksi padi. Berdasarkan nilai DHL, dan kadar Na dalam tanah, tanah salin dibagi menjadi lima kategori, yakni (a) sangat rendah; (b) rendah; (c) sedang; (d) tinggi; dan (e) sangat tinggi (Erfandi dan Rachman, 2011; Muharam dan Saefudin, 2016; Rachman, *et.al.*, 2018).

Tanah-tanah sawah yang mengalami peningkatan salinitas adalah lahan sawah yang dekat dengan pantai atau lahan sawah yang mempunyai saluran air terhubung langsung dengan air laut (Rachman, *et.al.*, 2018). Salinitas juga digambarkan terjadi pada daerah-daerah dengan curah hujan rendah, dan pada saat musim kemarau.

Padi merupakan tanaman yang sensitif terhadap salinitas. Walaupun demikian, tanaman tersebut merupakan satu-satunya tanaman sereal yang direkomendasikan untuk ditanam di lahan salin (Balitbangtan, 2016). Hal itu terkait dengan kemampuan tanaman padi tumbuh baik pada lahan yang tergenang, dan mampu membantu mencuci garam yang ada pada permukaan tanah ke lapisan tanah di bawahnya sehingga lahan menjadi cocok untuk pertumbuhan tanaman.

Perubahan iklim global menjadi penyebab naiknya permukaan air laut, sehingga berakibat terhadap meluasnya daerah pesisir sentra produksi padi yang terimbas intrusi dan/atau limpasan air laut (Balitbangtan, 2016). Perubahan iklim yang terjadi selama dua dekade terakhir menimbulkan kekhawatiran di kalangan pemerhati pertanian, khususnya tanaman pangan akan semakin meluasnya lahan salin (Putra dan Istianto, 2014). Menurut FAO (2005) salinisasi lahan akibat iklim global akan mengancam ketersediaan bahan pangan dunia. Petani akan mengalami penurunan kapasitas produksi akibat: (a) biaya produksi yang lebih besar dari nilai produksi; dan (b) intensitas budi daya lebih tinggi akibat kualitas lahan yang lebih rendah. Penurunan produktivitas dan kegagalan berproduksi menyebabkan petani “jera” untuk membudidayakan padi pada pertanaman berikutnya.

2. Tujuan

Peningkatan kapasitas produksi padi Indonesia perlu dilakukan melalui pemanfaatan lahan salin. Pemanfaatan lahan salin dihadapkan pada karakteristik dan lingkungan tumbuh yang kurang mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Oleh karena itu, tulisan ini bertujuan untuk menghimpun teknologi pengelolaan hara dan tanaman di lahan salin agar padi dapat tumbuh baik dan berproduksi optimal untuk mendukung peningkatan ketersediaan beras nasional.

C. Potensi, Penyebab, dan Klasifikasi Lahan Salin

Peningkatan kapasitas produksi padi Indonesia pada masa kini dan mendatang harus dapat memanfaatkan sumber daya lahan, termasuk lahan salin. Pemanfaatan lahan ini harus dilakukan untuk menghindari penurunan produksi padi akibat meluasnya lahan salin. Pemanfaatan lahan salin yang bijak harus memperhatikan tiga hal, antara lain: (1) terkait luas lahan salin; (2) penyebab terjadinya lahan salin; dan (3) tingkat salinitas agar manajemen lahan yang optimal dapat ditentukan.

1. Luas Lahan Salin

Pembangunan pertanian di hampir semua negara, termasuk Indonesia menghadapi ancaman terkait dengan meluasnya pengaruh salinitas terhadap sumber daya lahan pertanian. FAO (2005) memprediksi lebih

dari 800 juta hektare lahan pertanian di dunia telah dipengaruhi oleh salinitas. Statistik luas lahan salin di Indonesia belum terinventarisir secara baik, sehingga terdapat beberapa variasi data yang dikemukakan peneliti maupun lembaga tertentu yang berkaitan dengan sumber daya lahan. Diperkirakan sekitar 20% lahan pertanian menjadi salin akibat perubahan iklim global. Jika perkiraan tersebut benar, maka luas lahan salin di Indonesia dapat mencapai lebih dari sejuta hektare.

Berdasarkan fakta di lapang diperoleh informasi bahwa estimasi FAO tersebut merupakan estimasi yang berlebih (*over estimate*). Menurut perkiraan yang dilakukan Erfandi dan Rachman (2011), total luas lahan salin di Indonesia hanya 440.300 ha dengan kriteria lahan agak salin 304.000 ha dan lahan salin 140.300 ha. Angka yang hampir sama sebesar 0,44 juta hektare dikemukakan oleh Purwaningrahyu dan Taufiq (2018). Sementara Shodiq (2020) menaksir luas lahan salin di Indonesia hanya 0,4 juta hektare. Dengan memperhatikan frekuensi kejadian iklim ekstrem dalam dua dekade terakhir, maka diperkirakan luas lahan salin di Indonesia semakin meluas sekitar 0,6 juta hektare.

2. Penyebab Lahan Salin

Tanah salin merupakan tanah yang secara fisika, kimia, dan biologi bermasalah jika dimanfaatkan sebagai media tumbuh tanaman. Menurut peneliti, beberapa permasalahan jika lahan salin digunakan untuk budi daya tanaman, yakni (a) tekanan osmotik tanaman yang rendah; (b) kandungan unsur N dan K yang rendah; (c) kandungan Na^+ yang tinggi; dan (d) nilai pH tanah yang tinggi (Cha-um, *et.al.*, 2011; Cabot, *et.al.*, 2014; Chen, *et.al.*, 2015). Selain itu, tingkat pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman juga berbeda, tergantung tingkat salinitas tanahnya. Oleh karena itu, perlu diketahui penyebab terjadinya dan tingkat salinitas tanah agar dapat ditentukan manajemen pengelolaan hara dan tanaman padi yang dibudidayakan di lahan salin.

Berdasarkan penyebabnya, salinitas tanah dibagi menjadi dua, yakni salinitas primer dan sekunder. Salinitas primer terbentuk akibat akumulasi garam terlarut dalam tanah atau air tanah melalui proses alami yang berlangsung dalam jangka waktu lama. Sementara itu, salinitas sekunder terbentuk akibat aktivitas manusia yang mengubah keseimbangan tata air tanah, antara air yang digunakan (air irigasi atau

air hujan) dengan air yang digunakan oleh tanaman dan penguapan (Krisnawati dan Adie, 2009). Penyebab utama salinitas sekunder adalah pembukaan lahan dan penggantian vegetasi tahunan dengan tanaman semusim, pengairan menggunakan air berkadar garam tinggi atau keterbatasan air irigasi.

Tingkat salinitas suatu lahan dipengaruhi oleh faktor curah hujan, pelapukan batuan, perpindahan material oleh angin dari permukaan tanah atau danau, kualitas air irigasi, intrusi air laut ke daratan, faktor iklim, dan aktivitas manusia.

Secara umum penyebab tanah menjadi salin adalah meningkatnya kadar garam dalam air dan tanah sehingga tanaman mengalami cekaman lingkungan. Peningkatan salinitas lahan sawah dapat terjadi di daerah yang dekat dengan pantai atau sawah yang terhubung langsung dengan air laut (Rachman, *et.al.*, 2018). Ketika terjadi pasang air laut, maka air laut masuk ke dalam persawahan sepanjang kiri-kanan saluran. Genangan air laut dapat mengakibatkan sebagian atau seluruh tanaman padi mati (Shaaban, *et.al.*, 2013). Kematian tanaman padi biasanya tidak terjadi secara serentak, apalagi jika air segar dari hujan atau irigasi dapat menurunkan konsentrasi garam, tetapi tanaman tidak dapat tumbuh normal, dan terjadi gejala seolah-olah tanaman mati dalam kondisi air tergenang.

Menurut Erfani dan Rachman (2011), kadar garam dalam tanah meningkat umumnya akibat tingginya input atau masukan air yang mengandung garam, misalnya akibat terjadinya intrusi air laut (baik yang terjadi secara berkala atau secara sekaligus seperti akibat tsunami atau masuknya aliran air dengan kadar garam tinggi ke saluran irigasi akibat pencemaran limbah cair pabrik). Penyebab kedua adalah lebih tingginya evaporasi dan evapotranspirasi dibandingkan presipitasi/curah hujan (Kusmiyati, *et.al.*, 2014; Rachman, *et.al.*, 2018). Tanah yang tersusun dari bahan induk yang mengandung deposit garam berpotensi menyebabkan terjadinya salinitas (Erfandi dan Rachman, 2011; Rachman, *et.al.*, 2018). Inilah sebabnya mengapa tanah-tanah salin tidak hanya terjadi di daerah yang dekat dengan pantai, misalnya di daerah yang curah hujannya sangat rendah atau lahan sawah yang air irigasinya tercemar limbah pabrik berkadar garam tinggi seperti kasus di Rancaekek, Kabupaten Bandung.

Sutono (2015) mencatat bahwa meningkatnya jumlah Na di lahan sawah disebabkan oleh: (a) lebih rendahnya debit air sungai atau air segar yang masuk ke alur sungai dibandingkan air asin dari laut; (b) semakin dekatnya sumber air asin di permukaan tanah ke areal sawah; (c) meningkatnya area intrusi air asin bawah permukaan tanah; dan (d) masuknya limbah pabrik yang mengandung Na ke badan air yang kemudian digunakan untuk irigasi lahan sawah.

Salinitas tidak hanya ditentukan oleh jarak dengan pantai, musim, dan jumlah curah hujan, tetapi juga keadaan topografi, dan kerapatan irigasi aktif. Di wilayah yang memiliki kontur tinggi dan jaringan irigasi aktif yang rapat, tingkat salinitasnya relatif rendah meskipun relatif dekat dengan pantai (Rachman, *et.al.*, 2018).

Penyebab salinitas lainnya adalah karena bencana alam tsunami, seperti yang melanda daerah pesisir Aceh dan sekitarnya pada tanggal 26 Desember 2004. Kejadian ini menyebabkan masuknya air laut ke daratan sehingga kadar garam dalam tanah meningkat pesat, meskipun penggenangan tersebut terjadi hanya dalam waktu yang relatif singkat (Erfandi dan Rachman, 2011; Rachman, *et.al.*, 2018).

Salinitas juga berpotensi terjadi pada suatu tanah yang tergenang air asin secara terus-menerus selama ≥ 3 hari. Kondisi ini diperparah dengan genangan yang terjadi secara reguler, terus-menerus sampai tidak lagi dijumpai tanaman yang tumbuh. Berdasarkan hasil pengamatan, jika di suatu tempat kedalaman air payau sangat dangkal atau < 1 m, potensi lahan tersebut menjadi salin meningkat (Erfandi dan Rachman, 2011; Rachman, *et.al.*, 2018).

Masalah salinitas muncul dan mengganggu pertumbuhan tanaman jika Na dijerap partikel tanah, sehingga sulit dibebaskan dari kompleks jerapan (Shaaban, *et.al.*, 2013). Ketika Na dijerap oleh partikel tanah dan sulit dikeluarkan dari dalam tubuh tanah, maka persoalan salinitas akan muncul dan menghambat pertumbuhan tanaman, terutama tanaman yang peka terhadap Na. Sifat fisika tanah salin dan tidak salin tidak dapat dibedakan begitu saja kecuali jika salinitasnya tergolong tinggi sampai sangat tinggi (Rustati, *et.al.*, 2020).

3. Klasifikasi Lahan Salin

Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tergantung dari tingkat cekaman, jenis tanaman, dan fase pertumbuhan tanaman (Dogar, *et.al.*, 2012; Kopittke, 2012; Xing, 2013; Jalil, *et.al.*, 2016). Oleh karena itu, perlu diketahui tingkat salinitas tanah agar dapat dilakukan penanganan yang lebih baik, sehingga produktivitas padi tidak berkurang.

Berdasarkan definisi yang dipakai oleh US Salinity Laboratory, tanah tergolong salin apabila ekstrak jenuh dari tanah salin mempunyai nilai DHL atau EC (*electrical conductivity*) lebih besar dari 4 deci-siemens/cm (ekivalen dengan 40 mM NaCl) dan persentase Na yang dapat ditukar (ESP = *exchangeable sodium percentage*) kurang dari 15. Berdasarkan nilai DHL, Shodiq (2020) membagi salinitas menjadi lima kategori, yakni (a) salinitas sangat rendah jika DHL > 2 mmhos/cm; (b) salinitas rendah jika DHL = 2–4 mmhos/cm; (c) salinitas sedang jika nilai DHL 4–8 mmhos/cm; (d) salinitas tinggi jika nilai DHL 8–15 mmhos/cm; dan (e) salinitas sangat tinggi apabila nilai DHL lebih dari 15 mmhos/cm.

Mobilitas Na di alam sangat tinggi karena mudah berpindah akibat larut dalam air. Air segar atau air irigasi dikatakan tawar jika kandungan Na-nya < 0,05%, sedangkan tanah dikatakan rendah salinitasnya jika mengandung < 0,3 (cmol(+))/kg atau daya hantar listriknya < 2 mmhos/cm dan Na dapat ditukarnya < 4% (Erfani dan Rachman, 2011).

Beberapa peneliti menyimpulkan bahwa karakteristik tanah yang paling berpengaruh terhadap salinitas adalah kadar kation Na dalam tanah, DHL, dan kadar Na dalam kompleks jerapan yang dapat dipertukarkan (Kusmiyati, *et.al.*, 2014; Muharam dan Saefudin, 2016; Purwaningrahayu dan Taufiq, 2018). Berdasarkan nilai-nilai hasil analisis ketiga sifat tanah tersebut di laboratorium, Eviati dan Sulaeman (2009), mengklasifikasikan salinitas ke dalam lima kategori seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Kriteria Kation Na, DHL, dan Na Dapat Ditukar Berdasarkan Hasil Analisis Tanah

Kategori	Kadar Hasil Analisis Tanah		
	Na (cmol(+)/kg)	DHL (mmhos/cm)	Na-dd (%)
Sangat Rendah	<0,1	<1,0	< 2,0
Rendah	0,1–0,3	1,0–2,0	>2,0–4,0
Sedang	0,4–0,7	>2,0–3,0	>4,0–10,0
Tinggi	0,8–1,0	>3,0–4,0	>10,0–15,0
Sangat Tinggi	>1,0	>4,0	>15,0

Sumber: Eviati dan Sulaeman (2009)

D. Toleransi dan Produktivitas Tanaman

Toleransi tanaman terhadap salinitas merupakan fenomena yang melibatkan berbagai mekanisme dan proses yang kompleks. Dua faktor utama yang menjadi penentu keberhasilan budi daya padi di lahan salin adalah indeks toleransi tanaman dan besarnya cekaman lingkungan yang dihadapi. Semakin tinggi toleransi tanaman dan semakin rendah tingkat cekaman lingkungan, maka produktivitas tanaman semakin mendekati optimal.

1. Toleransi Tanaman

Kemampuan tanaman untuk tumbuh dan menyelesaikan daur hidupnya serta mampu memberikan hasil dalam kondisi cekaman garam merupakan ukuran toleransi tanaman terhadap cekaman salinitas. Secara umum terdapat dua mekanisme dasar respons tanaman terhadap pengaruh salinitas, yakni mekanisme osmotik dan ionik. Mekanisme osmotik merupakan reaksi cepat tanaman dengan cara membatasi penyerapan air di daerah perakaran akibat salinitas. Sementara itu, mekanisme ionik merupakan kemampuan tanaman dalam mengatasi keracunan interseluler akibat kelebihan ion tertentu (Xing, *et.al.*, 2013; Narwiyan, *et.al.*, 2016).

Kemampuan tanaman dalam mengatasi cekaman lingkungan berkadar garam tinggi bersifat kompleks yang melibatkan beberapa gen dengan peran masing-masing, dan sampai saat pengaruhnya belum diketahui secara pasti. Salah satu prasyarat dalam perakitan varietas toleran salinitas adalah teridentifikasinya gen penentu toleransi

tanaman. Beberapa penelitian telah berhasil mengidentifikasi dan menguji sejumlah gen pada tanaman yang terbukti efektif dalam mengatur kemampuan toleransi tanaman. Secara umum, karakter utama tanaman yang bertanggung jawab terhadap salinitas adalah karakter morfologi dan fisiologi (Krisnawati dan Adie, 2009; Kusmiyati, *et.al.*, 2014).

Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan tanaman melalui empat mekanisme, yakni (a) kadar garam yang tinggi menyebabkan stres osmotik; (b) konsentrasi ion tertentu akibat kadar garam yang tinggi menghambat penyerapan K^+ yang merupakan nutrisi utama tanaman; (c) ion Na^+ pada kadar yang tinggi bersifat toksik terhadap enzim *cytosolic*; dan (d) kadar garam yang tinggi memacu stres oksidatif dan kematian sel (Krisnawati dan Adie, 2009; Cabot, *et.al.*, 2014).

Tanaman yang tumbuh dalam lingkungan yang berkadar garam tinggi akan mengalami gangguan lingkungan tumbuh (Kusmiyati, *et.al.*, 2014; Jalil, *et.al.*, 2016). Kondisi ini menyebabkan tanaman mengalami gangguan terhadap fungsi membran, keracunan metabolisme, gangguan proses fotosintesis, bahkan dapat berujung pada kematian. Selain itu, salinitas juga dapat menghambat pertumbuhan akar, penyesuaian osmotik akar, tekanan akar, pengeluaran ion natrium (Na), dan ekstraksi air. Salinitas juga diketahui berpengaruh terhadap peningkatan Na dan klorida (Cl), mengurangi ketersediaan K, Ca, dan magnesium (Mg) dalam tanah.

Tanaman yang mengalami salinitas tinggi akibat keracunan Na dan DHL tinggi biasanya mati dalam kondisi tergenang air (Erfandi dan Rachman, 2011; Dogar, *et.al.*, 2012; Rachman, *et.al.*, 2018). Gangguan pertumbuhan dimulai dari mengeringnya pucuk daun tua menuju ke arah pangkal daun, selanjutnya ke daun lebih muda dan akhirnya ke titik tumbuh. Pada akhirnya, tanaman padi kering di tengah-tengah genangan air dalam lahan sawah.

Tekanan osmotik di sekitar daerah perakaran akan mengalami peningkatan akibat larutan tanah yang mengandung garam berkadar tinggi. Kondisi ini menyebabkan tanaman sulit menyerap air, dan selanjutnya mengalami kekeringan fisiologis (Shaaban, *et.al.*, 2013; Rachman, *et.al.*, 2018). Konsentrasi garam yang tinggi dalam larutan tanah merangsang air tanaman bergerak keluar, dinding plasma mengerut dan menyebabkan sel tanaman rusak atau mengalami

plasmolisis. Selain tanaman harus mengatasi tekanan osmotik yang tinggi, pada beberapa tanaman dapat terjadi ketidakseimbangan hara yang disebabkan oleh kadar hara tertentu terlalu tinggi.

Menurut Cha-um, *et.al.* (2011), serta Erpandi dan Rachman (2011), respons toleransi tanaman terhadap cekaman salinitas dapat berupa: (a) pencegahan perpindahan ion dari akar menuju bagian lain tanaman; (b) tidak mengakumulasi banyak garam pada daun dan batang; dan (c) sel tanaman memiliki kemampuan penyesuaian osmotik yang lebih baik.

Berdasarkan kemampuan untuk tumbuh pada keadaan salin, tanaman digolongkan menjadi halofita dan glikofita (Krisnawati dan Adie, 2009; Cabot, *et.al.*, 2014; Kusmiyati, *et.al.*, 2014). Tanaman halofita adalah tanaman yang tahan terhadap konsentrasi Natrium klorida (NaCl) yang tinggi. Tanaman glikofita adalah tanaman yang tidak dapat mentolerir salinitas yang tinggi. Umumnya tanaman pertanian digolongkan sebagai tanaman glikofita, termasuk kebanyakan varietas padi tidak toleran terhadap salinitas.

Cekaman abiotik dalam bentuk salinitas sangat berpengaruh terhadap kualitas dan produktivitas tanaman. Salinitas dilaporkan memengaruhi pertumbuhan akar, batang, dan luas daun. Keadaan ini disebabkan ketidakseimbangan metabolik akibat keracunan ion, cekaman osmotik dan defisiensi hara. Menurut Muharam dan Saefudin (2016), hasil dan komponen hasil tanaman sangat dikendalikan oleh interaksi varietas dan salinitas lahan. Pada tahap perkecambahan, tanaman padi relatif toleran. Akan tetapi, pengaruh salinitas akan terlihat pada saat pindah tanam, bibit masih muda, dan pembungaan.

Toleransi padi terhadap salinitas selama fase awal pembibitan, diekspresikan dengan adanya vigor kecambah yang sangat baik, kemampuan mengeluarkan garam dari daerah perakaran, adanya kompartemen ion dalam jaringan struktural yang lebih tua, dan adanya respons stomata yang fleksibel (segera menutup pada saat terkena cekaman, dan segera membuka kembali setelah waktu aklimatisasi), adanya regulasi sistem antioksidan khususnya pada jalur lintas askorbat *gluthionine* yang mengakibatkan munculnya sifat toleransi terhadap cekaman oksidasi (Muharam dan Saefudin, 2016; Shodiq, 2020).

Tanaman padi yang toleran salinitas pada fase reproduktif mempunyai kemampuan mengeluarkan garam dari daun bendera dan

malai. Sifat toleransi tanaman terhadap cekaman salinitas pada fase vegetatif tidak memiliki hubungan dengan salinitas pada fase generatif. Sampai saat ini belum ditemukan adanya kultivar lokal yang mempunyai gabungan kedua sifat tersebut. Toleransi tanaman padi pada saat tanam terhadap salinitas hanya sekitar 4 mmhos/cm (Jalil, *et.al.*, 2016; Shodiq, 2020).

Berdasarkan hasil studi genetika diketahui bahwa sifat toleransi terhadap garam memiliki nilai daya heritabilitas yang agak tinggi. Pembentukan varietas toleran salinitas harus menggabungkan sifat toleran pada fase pembibitan dengan fase reproduktif (Krisnawati dan Adie, 2009; Djufry, *et.al.*, 2011; Narwiyani, *et.al.*, 2014).

Cekaman salinitas terhadap tanaman umumnya tidak memperlihatkan respons dalam bentuk kerusakan langsung, tetapi pertumbuhan yang tertekan terjadi secara perlahan melalui terhambatnya pembesaran dan pembelahan sel, dan berkurangnya kemampuan membentuk protein serta menurunkan produksi biomassa tanaman (Xing, *et.al.*, 2013; Rachman, *et.al.*, 2018).

2. Produktivitas Tanaman

Penurunan produktivitas dialami tanaman jika terjadi cekaman lingkungan berupa salinitas. Keadaan inilah yang menyebabkan terjadinya perubahan pemanfaatan lahan, dari sawah menjadi tambak udang, area pembuatan garam, bahkan sebagian ada yang tidak dimanfaatkan petani karena dinilai tidak produktif. Erfandi dan Rachman (2011) melaporkan terjadinya penurunan produksi padi di sepanjang Pantura (Indramayu) akibat meningkatnya salinitas lahan sawah irigasi.

Tanaman yang dibudidayakan di lahan salin produktivitasnya sangat dipengaruhi oleh indeks salinitas, daya toleransi tanaman, dan tindakan pengelolaan lahan dan tanaman (Tazeh, *et.al.*, 2013; Rustati, *et.al.*, 2020). Kualitas media tumbuh dan air irigasi yang diperlihatkan oleh nilai DHL tanah dan air menentukan produktivitas tanaman. Hubungan antara nilai DHL, indeks salinitas, dan pengaruhnya terhadap produktivitas tanaman disajikan dalam Tabel 13 (Abror, *et.al.*, 1988, dalam Rachman, *et.al.*, 2018).

Tanaman padi bukanlah tanaman yang toleran dengan cekaman salinitas, akan tetapi tanaman ini paling disukai oleh petani sawah dan tetap dibudidayakan di lahan salin meskipun menghadapi risiko gagal panen. Tanaman padi dapat berkembang pada kondisi lahan yang tergenang dan mampu membantu mencuci garam yang ada di permukaan tanah ke lapisan tanah di bawahnya, sehingga lahan menjadi cocok untuk pertumbuhan tanaman (Rachman, *et.al.*, 2018; Shodiq, 2020). Pada kondisi ini, kita harus memberikan apresiasi kepada petani kita atas semangat mereka untuk menyediakan bahan pangan.

Tabel 13. Pengaruh DHL terhadap Produktivitas Tanaman

Nilai DHL (mmhos/cm)	Salinitas	Pengaruh terhadap Produktivitas Tanaman
0–2	Normal	Tidak berpengaruh
>2–4	Rendah	Dapat menurunkan produktivitas
>4–8	Sedang	Menurunkan produktivitas
>8–16	Tinggi	Hanya tanaman toleran yang menghasilkan
>16	Sangat Tinggi	Sedikit tanaman toleran yang menghasilkan

Sumber: Abrol, *et.al.* (1988) dalam Rachman, *et.al.* (2018)

Tabel 14 memperlihatkan hubungan antara nilai DHL tanah dengan penurunan produktivitas padi seperti yang diformulasikan oleh FAO (2005). Semakin tinggi nilai DHL semakin tinggi risiko penurunan hasil padi. Respons tanaman terhadap penurunan produktivitas tergantung jenis tanaman (Cha-um, *et.al.*, 2011), dan galur atau varietas padi (Djufry, *et.al.*, 2011). Tanaman sensitif seperti pepaya, mangga, dan pisang akan terpengaruh jika nilai DHL sekitar 2 mmhos/cm, sedangkan tanaman yang toleran seperti kelapa akan terpengaruh jika nilai DHL ≥ 8 –10 mmhos/cm. Pada tanaman padi, produktivitasnya akan menurun apabila tekanan osmose 6 mmhos/cm dan mengakibatkan berkurangnya hasil sebesar 25% (Shodiq, 2020).

Tabel 14. Pengaruh Salinitas terhadap Penurunan Produksi Padi

No.	DHL (mmhos/cm)	Penurunan Hasil (%)
1.	<4	<10
2.	4–6	10–20
3.	>6–10	>20–50
4.	>10	>50

Sumber: FAO 2005

E. Pengelolaan Lahan Salin untuk Budi Daya Padi

Kemampuan tanaman padi tumbuh dengan baik dan berproduksi tinggi di lahan salin perlu didukung dengan penciptaan lingkungan tumbuh yang memenuhi syarat. Untuk itu diperlukan beberapa kegiatan, yakni (1) menurunkan kejenuhan Na dan membuangnya dari daerah perakaran; (2) menghentikan aliran sumber Na masuk ke petakan sawah; (3) melakukan rehabilitasi lahan; dan (4) melakukan pemupukan dengan jenis, sumber, waktu, dan jumlah yang tepat.

Rachman, *et.al.* (2018) menyebutkan bahwa salinitas di daerah sentra produksi padi telah mengancam ketahanan pangan, salinitas telah menjadi "hantu" bagi produksi padi di lahan salin, terutama pada musim kemarau dan dekat dengan pantai. Daerah-daerah dekat pantai seperti Pulau Jawa, Sumatra, Sulawesi, dan Kalimantan yang menjadi harapan petani untuk menghasilkan padi berubah fungsi untuk menghasilkan ikan dan udang dalam bentuk tambak, menghasilkan garam karena menjadi lahan untuk membuat garam atau bahkan ditinggalkan karena ketidakmampuan petani mengatasi cekaman lingkungan salinitas (Thohiron dan Prasetyo, 2012).

Budi daya padi di lahan salin akan berhasil, jika dua hal dilakukan dengan baik. *Pertama*, memanipulasi lingkungan tumbuh tanaman agar kondusif, sehingga berproduksi tinggi secara normal. *Kedua*, melakukan seleksi jenis tanaman atau mengembangkan varietas padi toleran salinitas sehingga mampu tumbuh serta berproduksi baik dalam kondisi cekaman salinitas.

1. Masalah Budi Daya Padi di Lahan Salin

Tanaman padi yang dibudidayakan di lahan salin pada musim kemarau sangat rentan mengalami gangguan pertumbuhan. Hal ini disebabkan pada musim kemarau terjadi penguapan yang sangat tinggi, dan terbatasnya pasokan air segar sehingga produktivitas padi menjadi tidak maksimal. Petani yang membudidayakan padi dengan cekaman salinitas dihadapkan pada berbagai kendala, terkait dengan lingkungan tumbuh tanaman yang kurang mendukung pertumbuhan dan hasil padi.

Beberapa permasalahan, antara lain: (a) tekanan osmotik tanaman yang rendah (Kahlon, *et.al.*, 2012; Purwaningrahayu dan Taufiq, 2018); (b) rendahnya ketersediaan unsur N, P, dan K; (c) kandungan Na^+ yang

tinggi (Cha-um, *et.al.*, 2011; Kusmiyati, *et.al.*, 2014; Purwaningrahayu, *et.al.*, 2015); dan (d) tingginya pH tanah (Murtaza, *et.al.*, 2013). Tanaman yang dibudidayakan di lahan salin berisiko mengalami penuaan daun yang lebih cepat, dan berpotensi menurunkan hasil (Cabot, *et.al.*, 2014).

Cekaman salinitas menyebabkan tanaman mengalami klorosis. Menurut Xing, *et.al.* (2013), dan Nokandeh, *et.al.* (2015) kadar garam yang tinggi dalam tanah dan air irigasi dapat merusak ultra struktur kloroplas, menurunkan kandungan klorofil dan kuantum energi pada fotosistem II. Kondisi ini akan menyebabkan kapasitas produksi tanaman menjadi berkurang.

Hasil penelitian disimpulkan bahwa penurunan hasil padi terjadi disebabkan akibat salinitas tanah. Sebagian petani tetap bertanam padi meskipun produktivitasnya lebih rendah, dan sebagian lagi membiarkan saja lahannya terlantar atau beralih fungsi menjadi tambak ikan atau tempat membuat garam. Kondisi ini mendorong petani untuk bekerja di sektor lain yang menjanjikan pendapatan langsung (Thohiron dan Prasetyo, 2012).

Peningkatan kontribusi lahan salin terhadap ketahanan pangan dapat dilakukan melalui dua hal, yakni pengelolaan lahan dan penggunaan genotipe padi yang toleran salin (Djufry, *et.al.*, 2011). Respons tanaman terhadap salinitas bervariasi menurut genotipe tanaman (Purwaningrahayu, *et.al.*, 2015).

2. Pengelolaan Lahan

Produktivitas lahan salin yang ditanami padi perlu ditingkatkan untuk mendukung pasokan pangan nasional. Lahan menjadi titik sentral dalam sistem produksi padi. Secara umum perbaikan lahan salin dapat dilakukan melalui eradikasi dan rehabilitasi. Eradikasi merupakan langkah yang dilakukan melalui pencucian garam dari lahan sawah. Pencucian dapat dilakukan melalui irigasi pada kondisi jenuh air dengan memanfaatkan curah hujan atau dengan air segar dari sungai.

Rehabilitasi merupakan usaha yang dilakukan untuk memperbaiki lahan yang sudah mengalami kerusakan, baik sifat fisik, kimia, maupun biologi akibat salinitas, supaya produktivitasnya meningkat. Tujuannya untuk mengembalikan kondisi tanah mendekati kondisi awalnya sebelum terpapar salinitas. Rehabilitasi lahan yang tercemar salinitas

dapat dilakukan melalui ameliorasi (Shaaba, *et.al.*, 2013; Murtaza, *et.al.*, 2013; Kusmiyati, *et.al.*, 2014), pembenah tanah (Muharam dan Saefudin, 2016; Rustati, *et.al.*, 2020), dan pemupukan (Kopittke, 2012; Purwaningrahyu, *et.al.*, 2015; Purwaningrahyu dan Taufiq, 2018).

a. Ameliorasi

Penurunan kualitas tanah akibat salinitas dapat diperbaiki melalui ameliorasi. Bahan amelioran terdiri dari sumber organik seperti pupuk kandang, kompos, bahan organik, dapat berupa senyawa anorganik seperti kapur dan dolomit. Bahan amelioran yang sering digunakan untuk memperbaiki kualitas lahan salin adalah kapur (Rachman, *et.al.*, 2018), pupuk kandang (Shaaba, *et.al.*, 2013; Kusmiyati, *et.al.*, 2014; Purwaningrahyu, *et.al.*, 2015; Muharam dan Saefudin, 2016), dan kompos/bahan organik (Mahdy, 2011; Kahlon, *et.al.*, 2012; Murtaza, *et.al.*, 2013; Rustati, *et.al.*, 2014). Konsentrasi ion Na dalam kompleks pertukaran harus dapat diturunkan melalui penggunaan Ca^{2+} yang berfungsi untuk menggantikan ion Na dalam kompleks pertukaran ion. Kondisi ini menyebabkan ion Na lebih mudah terbuang dari kompleks pertukaran melalui pencucian (Rachman, *et.al.*, 2018), sehingga menurunkan tekanan osmotik larutan tanah dan stres garam pada tanaman. Semakin tinggi kadar Ca dalam kapur maupun dolomit, maka desalinitas semakin cepat, sehingga tanaman tumbuh lebih baik.

Penggunaan bahan organik sebagai bahan amelioran di lahan yang mengalami cekaman lingkungan tumbuh menurunkan DHL tanah (Kahlon, *et.al.*, 2012; Murtaza, *et.al.*, 2013; Tazeh, *et.al.*, 2013). Keadaan ini menyebabkan tanaman padi tumbuh lebih baik yang diekspresikan dari lebih banyaknya jumlah anakan per rumpun. Bahan organik mempercepat pencucian Na^+ dan menurunkan DHL tanah karena kemampuannya meningkatkan infiltrasi dan stabilitas agregat tanah, kemampuan menyimpan air, dan mengurangi penguapan (Mahdy, 2011; Tazeh, *et.al.*, 2013). Murtaza (2013) melaporkan bahwa pemberian bahan organik efektif menurunkan pH tanah salin, salinitas, dan sodisitas tanah salin.

Pupuk kandang adalah salah satu sumber bahan organik tanah. Manfaat bahan organik sebagai bahan amelioran karena berperan dalam merangsang granulasi, menurunkan plastisitas dan kohesi tanah, memperbaiki struktur tanah menjadi lebih remah, dan meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air sehingga drainase tidak berlebihan,

kelembapan dan temperatur tanah menjadi lebih stabil (Cah-um, *et.al.*, 2011; Shaaba, *et.al.*, 2013; Purwaningrahyu, *et.al.*, 2015; Muharam dan Saefudin, 2016).

b. Pembena Tanah

Pembena tanah adalah bahan sintetis atau alami, organik atau mineral, berbentuk padat atau cair dan sintetis yang digunakan untuk menanggulangi kerusakan atau degradasi tanah seperti memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan dan melewatkan air, dan meningkatkan kapasitas tanah memegang hara (Dong, *et.al.*, 2012; Dariah, *et.al.*, 2015; Rachman, *et.al.*, 2018). Beberapa pembena tanah yang sering digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang mengalami stres garam adalah mulsa (Abou-Baker, *et.al.*, 2011; Alharbi, 2015; Purwaningrahyu dan Taufiq, 2018), gipsum (Kusmiyati, *et.al.*, 2014; Rachman, *et.al.*, 2018; Rustati, *et.al.*, 2020), SP-50 (Muharam dan Saefudin, 2016; Rachman, *et.al.*, 2018), fosfat alam (Muharam dan Saefudin, 2016), abu sekam padi (Kusmiyati, *et.al.*, 2014).

Penggunaan mulsa sebagai bahan pembena tanah mempunyai multifungsi antaranya menurunkan DHL tanah, meningkatkan penyerapan unsur K dan Ca, meningkatkan indeks kandungan klorofil dan memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman (Purwaningrahyu dan Taufiq, 2018). Selain itu, pemulsaan juga berfungsi untuk menurunkan evapotranspirasi dan akumulasi garam ke permukaan, menjaga kelembapan tanah di daerah perakaran, dan menurunkan suhu tanah, evaporasi, dan akumulasi garam (Abou-Baker, *et.al.*, 2011; Alharbi, 2015). Fungsi lain penggunaan mulsa adalah mengurangi efek negatif salinitas terhadap tanaman (Dong, 2012).

Tanaman yang dibudidayakan di lahan salin mengalami degradasi klorofil, sehingga tumbuh dan berproduksi tidak maksimal. Menurunnya nilai DHL tanah dan meningkatnya ketersediaan air akibat penggunaan mulsa, memberikan kontribusi penting bagi tanaman dalam memperkecil degradasi klorofil daun akibat tingginya salinitas tanah. Penelitian Chen, *et.al.* (2015) juga menunjukkan bahwa pemulsaan dengan jerami menurunkan akumulasi garam dan memperbaiki pertumbuhan tanaman. Lebih lanjut pemulsaan dilaporkan meningkatkan kadar K tanaman 6,85%, dan Ca 5,05% dibandingkan tanpa mulsa (Purwaningrahyu dan Taufiq, 2018).

Gypsum merupakan bahan pembenah tanah yang banyak digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah akibat salinitas. Bahan ini berperan menggantikan ion Na^+ dalam tanah dengan Ca^{2+} sehingga dapat meningkatkan perkolasi tanah. Hasil penelitian Kohlan, *et.al.* (2012) dan Kusmiyati, *et.al.* (2014) menunjukkan bahwa penggunaan gypsum efektif dalam memperbaiki sifat-sifat tanah. Demikian juga penggunaan gypsum yang dikombinasikan dengan pupuk organik memberikan hasil terbaik (Murtaza, *et.al.*, 2013; Muharam dan Saleh, 2016; Rustati, *et.al.*, 2020). Penggunaan gypsum juga dilaporkan menurunkan pH tanah salin (Cha-um, *et.al.*, 2011; Kusmiyati, *et.al.*, 2014; Purwaningrahayu, *et.al.*, 2015).

Kelebihan penggunaan gypsum untuk merehabilitasi tanah salin adalah pengaruhnya terhadap perbaikan sifat fisik tanah, di antaranya menurunkan BD tanah, meningkatkan permeabilitas dan infiltrasi, dan menurunkan pengkerakan (*soil crusting*) dan pemadatan tanah (Gharaibeh, *et.al.*, 2011; Kahlon, *et.al.*, 2012; Rachman, *et.al.*, 2018), sehingga Na menjadi lebih mudah dicuci karena pergerakan air lebih mudah. Keuntungan lain yang diperoleh dari penggunaan gypsum adalah menjadi sumber hara Ca dan S bagi tanaman (Purwaningrahayu, *et.al.*, 2015; Rachman, *et.al.*, 2018).

Peneliti lain melaporkan bahwa pemberian gypsum pada tanah salin dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah seperti meningkatkan KTK (kapasitas tukar kation), kapasitas menahan air, meningkatkan kandungan Ca dan S, dan dapat berfungsi sebagai pemantap tanah, serta mampu menurunkan pH (Cha-um, *et.al.*, 2011; Murtaza, *et.al.*, 2013; Rustati, *et.al.*, 2020). Penggunaan gypsum menurunkan DHL dan pH tanah salin, dan mampu menjaga stabilitas klorofil. Penggunaan gypsum meningkatkan hasil tanaman hingga 36,3% (Purwaningrahayu dan Taufiq, 2018).

Pembenah tanah SP-50 merupakan formula pembenah tanah *biochar* yang berarti S = 50% *biochar* sekam padi, dan P = 50% pupuk kandang, *biochar* atau arang merupakan pembenah tanah alami berbahan baku hasil pembakaran tidak sempurna (pirolisis) dari residu atau limbah pertanian yang sulit didekomposisi seperti kayu-kayuan, tempurung kelapa sawit, sekam padi, dan kulit buah kakao.

Pembenah tanah SP-50 merupakan pembenah tanah organik. Beberapa hasil penelitian menginformasikan bahwa SP-50 terbukti

efektif digunakan untuk merehabilitasi lahan kering masam maupun pada lahan kering iklim kering. Adanya rongga-rongga dalam *biochar* yang dapat menahan atau menampung air dan menampung bahan-bahan terlarut lainnya menjadi ciri khas suatu *biochar*. Hasil penelitian Muharam dan Saefudin (2016) diketahui bahwa hasil padi tertinggi diperoleh melalui pemberian SP-50.

Fosfat alam merupakan pembenah tanah yang cukup efektif dalam memperbaiki sifat-sifat tanah yang mengalami cekaman salinitas. Hasil penelitian Muharam dan Saefudin (2016) menginformasikan bahwa bahan ini mampu memperbaiki sifat-sifat tanah, dan memperbaiki performa tanaman padi yang dibudidayakan di lahan yang mengalami cekaman salinitas.

Menurut Kusmiyati, *et.al.* (2014) penggunaan abu sekam padi mampu memperbaiki karakter tanah yang mengalami cekaman lingkungan salin. Hal ini terlihat dari terjadinya penurunan DHL dan pH tanah salin. Abu sekam padi mengandung unsur K dan Ca yang tinggi. Selain menjadi sumber hara bagi tanaman padi, juga membantu dalam mempercepat desalinisasi tanah.

c. Pemupukan

Tanaman yang dibudidayakan di lahan salin, selain menghadapi stres garam juga menghadapi masalah ketersediaan hara yang tidak ideal, di satu sisi kekurangan N, P, Ca, dan K, tetapi di sisi lain pH relatif tinggi dan kadar Na yang juga tinggi, bahkan kadang disertai dengan keracunan Fe dan Al. Oleh karena itu, pemupukan menjadi salah satu solusi untuk memperbaiki pertumbuhan dan meningkatkan hasil tanaman.

Menurut Purwaningrahayu dan Taufiq (2018), pemupukan tanah salin dengan kalium (K) mampu memperbaiki performa tanaman. Pemupukan K menurunkan DHL dan pH tanah. Penurunan DHL dan pH tanah salin merupakan langkah penting dalam pengelolaan lahan salin karena dapat mempercepat desalinisasi tanah (Kopittke, 2012; Purwaningrahayu, *et.al.*, 2015; Purwaningrahayu dan Taufiq, 2018). Pengaruh pemupukan K juga meningkatkan serapan unsur Ca dan K, serta meningkatkan indeks kandungan klorofil tanaman. Pemupukan tanah salin dengan unsur K juga dilaporkan mampu menurunkan daya toksik unsur Na (Kopittke, 2012).

Pemupukan tanah salin dengan belerang (S) dilaporkan juga mampu menurunkan DHL dan pH tanah salin (Gharaibeh, *et.al.*, 2011; Nazar, *et.al.*, 2011; Purwaningrahayu, *et.al.*, 2015). Kondisi ini menyebabkan tanaman dapat tumbuh lebih baik dan menghasilkan lebih banyak.

3. Pengelolaan Tanaman

Salah satu strategi untuk memanfaatkan lahan salin adalah memilih genotipe yang toleran terhadap kadar garam yang tinggi (Djufry, *et.al.*, 2011; Xing, *et.al.*, 2013; Shodiq, 2020). Berbagai aktivitas tanaman untuk merespons cekaman salinitas dapat berupa: (a) mencegah perpindahan ion dari akar menuju bagian lain tanaman; (b) tidak mengakumulasi banyak garam pada daun dan batang; dan (c) melakukan penyesuaian osmotik. Untuk memperoleh hasil yang maksimal, pengelolaan tanaman perlu dilakukan melalui penggunaan varietas unggul toleran salin, dan mengatur waktu tanam.

a. Penggunaan Varietas Toleran Salin

Tanaman padi umumnya sensitif terhadap cekaman salinitas. Salah satu strategi yang dapat dilakukan adalah menggunakan varietas toleran terhadap salinitas. Varietas padi Dendang adalah varietas yang cukup toleran terhadap salinitas dengan potensi hasil 5,0 ton/ha (Shodiq, 2020).

Tanaman umumnya mempunyai kisaran toleransi tertentu terhadap perubahan bahkan cekaman lingkungan untuk selanjutnya dapat beradaptasi, termasuk terhadap cekaman salinitas. Kondisi biofisik dan kimia lahan sawah terdampak yang tidak menguntungkan tanaman tersebut memerlukan upaya pengelolaan lahan dan sistem budi daya tanaman secara tepat agar dicapai tingkat produksi yang optimal (Thohiron dan Prasetyo, 2012).

Peningkatan produksi pangan nasional perlu didukung dengan pemanfaatan lahan salin. Penggunaan varietas toleran merupakan cara paling efektif untuk memanfaatkan potensi lahan salin. Perubahan iklim global yang frekuensinya semakin tinggi menyebabkan daerah-daerah sentra produksi padi di pesisir pantai terancam cekaman salinitas, terutama pada musim kemarau akibat lebih sedikitnya pasokan air irigasi.

Dukungan terhadap pengembangan padi di lahan salin telah dilakukan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian melalui pelepasan beberapa varietas padi toleran salinitas yaitu Dendang, Lambur, Siak Raya, Inpari 34 Salin Agritan, Inpari 35 Salin Agritan, Inpari Unsoed 79 Agritan, Inpari 43 Agritan GSR, Inpari 44 Agritan (Shodiq, 2020). Berdasarkan deskripsinya diketahui bahwa Inpari 34 Salin Agritan dan Inpari 35 Salin Agritan toleran salin mulai fase pembibitan. Selain itu, kedua varietas berbeda dengan varietas toleran salin yang telah dilepas sebelumnya, berpotensi hasil tinggi, masing-masing 9,5 dan 9,6 ton/ha, tahan penyakit blas dan agak tahan terhadap penyakit wereng batang coklat.

b. Pengaturan Waktu Tanam

Tindakan lain yang diperlukan dalam pengelolaan tanaman di lahan salin adalah mengatur waktu tanam. Pengaturan waktu tanam merupakan strategi untuk menghindarkan tanaman atau meminimumkan pengaruh cekaman lingkungan. Berdasarkan pengalaman petani, diketahui bahwa stres garam tidak berpengaruh kuat jika tanaman padi sudah memasuki fase generatif. Jadi, dengan mengatur waktu tanam pada musim kemarau, maka sebaiknya tanaman padi ditanam tiga bulan sebelum puncak kemarau terjadi.

F. Penutup

Ketersediaan pangan Indonesia terancam dengan semakin meluasnya pengaruh salinitas terhadap lahan sawah akibat perubahan iklim global. Luas lahan salin di Indonesia diperkirakan mencapai 0,6 juta hektare. Tanah salin adalah tanah yang mempunyai kandungan natrium berada di atas ambang batas kritis atau ambang batas toleransi tanaman. Tanah salin dibagi menjadi lima kategori, yakni (1) sangat rendah; (2) rendah; (3) sedang; (4) tinggi; dan (5) sangat tinggi.

Penyebab tanah salin adalah musim, jarak dari pantai, curah hujan, evaporasi yang tinggi, pencemaran limbah industri yang mengandung garam, keadaan topografi, kerapatan irigasi aktif, bencana alam seperti tsunami, dan bahan induk. Salinitas menurunkan kapasitas produksi tanaman akibat: (1) tekanan osmotik tanaman yang rendah; (2) kandungan hara N, P, K, dan Ca yang rendah; (3) kandungan Na dan pH

yang tinggi; (4) keracunan Al dan Fe; dan (5) degradasi klorofil. Respons tanaman terhadap salinitas dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh dan indeks toleransi tanaman.

Padi merupakan salah satu tanaman yang dibudidayakan di lahan salin yang sangat sensitif terhadap salinitas tanah. Pemanfaatan lahan salin untuk peningkatan produksi padi memerlukan teknologi pengelolaan hara dan tanaman. Teknologi pengelolaan hara meliputi (1) ameliorasi dengan kapur pertanian, pupuk kandang, kompos, dan bahan organik; (2) penggunaan bahan pembenah tanah seperti mulsa, gipsum, SP-50, fosfat alam, dan abu sekam padi; (3) bagaimana mulsa. Sementara pengelolaan tanaman yang diperlukan adalah (1) penggunaan padi varietas unggul toleran salin, seperti Dendang, Lambur, Siak Raya, Inpari 34 Salin Agritan, Inpari 35 Salin Agritan, Inpari Unsoed 79 Agritan, Inpari 43 Agritan GSR, Inpari 44 Agritan; dan (2) pengaturan waktu tanam.

Daftar Pustaka

- Abou-Baker, N.H., M. Abd-Eladl, & M.M. Abbas. 2011. "Use of Silicate and Different Cultivation Practices in Alleviating Salt Stress Effect on Bean Plants". *Aus. J. Basic Appl. Sci.*, 5:769-781.
- Alharbi, A. 2015. "Effect of Mulch on Soil Properties Under Organic Farming Conditions in Center of Saudi Arabia". *J. Am. Sci.*, 11:108-115.
- Balitbangtan. 2016. "Varietas Padi Toleran terhadap Lahan Salin Terus Dikembangkan". Diakses dari litbang.pertanian.go.id/info-teknologi/2626 (diakses pada 21 Januari 2021).
- Cabot, C., J.V. Sibole, J. Barcelo, & C. Poschenrieder. 2014. "Lessons from Crop Plants Struggling with Salinity". *Plant Sci.*, 226:2-13.
- Cha-um, S., Y. Pokasombat, & C. Kirdmanee. 2011. "Remediation of Salt-Affected Soil by Gypsum and Farmyard Manure-Importance for the Production of Jasmine Rice". *Aust. J. Crop Sci.*, 5:458-465.
- Chen, X., Y. Kang, S. Wan, X. Li, & L. Guo. 2015. "Influence of Mulches on Urban Vegetation Construction in Coastal Saline Land Under Drip Irrigation in North China". *Agric. Water Manag.*, 158:145-155.

- Dariah, Ai., S. Sutono, N.L. Nurida, W. Hartatik, & E. Pratiwi. 2015. "Pembenah Tanah untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanian". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2): 67–84.
- Dogar, U.F., N. Naila, A. Maira, A. Iqra, I. Maryam, H. Khalid, N. Khalid, H.S. Ejaz, & H.B. Khizar. 2012. "Noxious Effects of NaCl Salinity on Plants". *Botany Res. Inter.*, 5:20–23.
- Dong, H. 2012. Technology and Field Management for Controlling Soil Salinity Effects on Cotton". *Aust. J. Crop Sci.*, 6:333–341.
- Djufray, F., Sudarsono, & M.S. Lestari. 2011. "Tingkat Toleransi Beberapa Galur Harapan Padi Pada Kondisi Salinitas di Lahan Rawa Pasang Surut". *J. Agrovigor*, 10(2):196–207.
- Erfandi, D., & A. Rachman. 2011. "Identification of Soil Salinity Due to Sea Water Intrusion on Rice Field in the Northern Coast of Indramayu, West Java". *J. Tropical Soils*, 16:115–121.
- Eviati & Y. Sulaiman. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- FAO. 2005. *20 Things to Know About: The Impact of Salt Water on Agricultural Land in Aceh Province. FAO Field Guide*. United Nations Food and Agriculture Organization. FAO.
- Gharaibeh, M.A., N.I. Eltaif, & S.H. Shra'ah. 2011. "Leaching Curves of Highly Saline-Sodic Soil Amended with Phosphoric Acid and Phosphogypsum". *2nd International Conference on Agricultural and Animal Science. IPCBEE Vol. 22*. IACSIT Press, Singapore, SG.
- Hairani, A., Y. Raihana, & Masganti. 2017. "Lahan Rawa Pasang Surut: Pertanian Masa Depan Indonesia". Dalam Masganti, dkk. (Eds.). *Agroekologi Rawa*. Jakarta: IAARD Press.
- Jalil, Muhammad., Sakdiah H., Deviana E., & Akbar I. 2016. "Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Padi Pada Berbagai Tingkat Salinitas". *J.l Agrotek Lestari*, 2(2): 63–73.
- Kahlon, U.Z., G. Murtaza, & A. Ghafoor. 2012. "Amelioration of Saline-Sodic Soil with Amendments Using Brackish Water, Canal Water and Their Combination". *Int. J. Agric. Biol.*, 14:38–46.
- Kopittke, P.M. 2012. "Interactions between Ca, Mg, Na and K: Alleviation of Toxicity in Saline Solutions". *Plant Soil*, 352:353–362.

- Krisnawati, A., dan M. M. Adie. 2009. "Kendali Genetik dan Karakter Penentu Toleransi Kedelai Terhadap Salinitas". *Iptek Tanaman Pangan*, 4(2):222-235.
- Kusmiyati, F., Sumarsono, & Karno. 2014. "Pengaruh Perbaikan Tanah Salin Terhadap Karakter Fisiologi *Calopogonium mucunoides*". *Pastura*, 4(1):1-6.
- Mahdy, A. M. 2011. "Comparative Effects of Different Soil Amendments on Amelioration of Saline-Sodic Soil". *Soil Water Res.*, 6:205-216.
- Masganti & M. Alwi. 2018. "Pintu Menuju Lumbung Pangan Dunia". Dalam Masganti, dkk. (Eds.). *Inovasi Teknologi Lahan Rawa Mendukung Kedaulatan Pangan*. Jakarta: IAARD Press.
- Masganti, A. Susilawati, & N. Yuliani. 2020. "Optimasi Pemanfaatan Lahan untuk Peningkatan Produksi Padi di Kalimantan Selatan". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(2):101-113.
- Muharam & A. Saefudin. 2016. "Pengaruh Berbagai Pembenh Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Populasi Tanaman Padi Sawah (*Oryza Sativa*) Varietas Dendang di Tanah Salin Sawah Bukaas Baru". *Jurnal Agrotek Indonesia*, 1(2):141-150.
- Murtaza, G., B. Murtaza, H.M. Usman, & A. Ghafoor. 2013. "Amelioration of Saline-Sodic Soil Using Gypsum and Low Quality Water in Following Sorghum-Berseem Crop Rotation". *Inter. J. Agric. Biol.*, 15:640-648.
- Narwiyani, Rosmayanti, & E. S. Bayu. 2016. "Sebaran Normal Karakter Pertumbuhan dan Produksi Hasil Persilangan Kedelai (*Glycine Max* L. Merril) Varietas Anjasmoro dengan Genotype Kedelai Tahan Salin pada F2". *Jurnal Agroekoteknologi*, 4(4):2300-2307.
- Nazar, R., N. Iqbal, A. Masood, Sh. Syeed, & N.A. Khan. 2011. "Improving Salinity Tolerance in Plants". *Exp. Botani*, 70:80-87.
- Nokandeh, S.E., M.A. Mohammadian, B. Damsi, M. Jamalomid. 2015. "The Effect of Salinity on Some Morphological and Physiological Characteristics of Three Varieties of (*Arachis Hypogaea* L.)". *Inter. J. Adv. Biotechnol. Res.*, 6:498-507.
- Purwaningrahyu, R.D., H.T. Sebayang, Syekhfani, & N. Aini. 2015. "Resistance Level of Some Soybean (*Glycine max* L. Merr) Genotypes Toward Salinity Stress". *J. Biol. Res.*, 20:7-14.

- Purwaningrahyu, R. D., & A. Taufiq. 2018. "Pemulsaan dan Ameliorasi Tanah Salin untuk Pertumbuhan dan Hasil Kedelai". *Jurnal Agronomi Indonesia*, 46(2):182–188.
- Putra, I. S., & H. Istianto. 2014. "Dampak Perubahan Muka Air Laut Pada Daerah Rawa dengan Irigasi Pasang Surut: Pemodelan Daerah Rawa Tabunganen". *Jurnal Tanah dan Air*, 38(1):43–50.
- Rachman, A., Ai Dariah, & S. Sutono. 2018. *Pengelolaan Sawah Salin Berkadar Garam Tinggi*. Dalam Supriyadi dan I. N. Widiarta (Eds.). Jakarta: IAARD PRESS.
- Rustati, T., Z. Susanti, Z. M. Hikmah, & A. Ruskandar. 2020. "Pengelolaan Lingkungan Cekaman Salin untuk Meningkatkan Hasil Padi". *Environment, Rice, Saline*, 8(1):37–42.
- Shaaban, M., M. Abid, & R.A.I. Abou-Shanab. 2013. "Amelioration of Salt Affected Soils in Rice Paddy System by Application of Organic and Inorganic Amendments". *Plant Soil Environ.*, 59:227–233.
- Sodhiq, A. 2020. "Optimalkan Lahan Salin, Balitbangtan Kembangkan Varietas Kacang Hijau". *SARIAGRI.ID* (diakses pada 05 Januari 2022).
- Sosiawan, H., Masganti, & K. Anwar. 2020. "Teknologi budidaya Padi Hemat Tenaga dan Waktu di Lahan Rawa Pasang Surut". Dalam Masganti, dkk. (Eds.). *Optimasi Lahan Rawa: Akselerasi Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045*. Jakarta: IAARD Press, Badan Litbang.
- Subagyo, H. 2019. "Evaluasi Penerapan Teknologi Intensifikasi Budidaya Padi di Lahan Rawa Pasang Surut". *Jurnal Pangan*, 28(2):95–108.
- Sutono, S. 2015. "Penanggulangan dan Pengelolaan Sawah Tanah Salin". *Makalah Lokakarya Strategi Pengelolaan Lahan Salin Mendukung Peningkatan Produksi Padi di Jawa Tengah*, Semarang 17–18 November 2015.
- Tazeh, E.S., E. Pazira, M.R. Neyshabouri, F. Abbasi, & H.Z. Abyaneh. 2013. "Effects of Two Organic Amendments on EC, SAR and Soluble Ions Concentration in a Saline Sodic Soil". *Inter. J. Biosci.*, 3:55–68.
- Thohiron, M., & H. Prasetyo. 2012. "Pengelolaan Lahan dan Budidaya Tanaman Lahan Terdampar Lumpur Marine Sidoarjo". *J. Pal.* 3(1):19–27.

Xing, W., J. Wang, H. Liu, D. Zou, & H. Zhao. 2013. "Influence of Natural Saline-Alkali Stress on Chlorophyll Content and Chloroplast Ultra Structure of Two Contrasting Rice (*Oryza sativa* L. japonica) Cultivars". *Aust. J. Crop Sci.*, 7:289-292.



BAB 4

KARAKTERISTIK, MASALAH, DAN PENGELOLAAN HARA DI TANAH SALIN

Muhammad Alwi¹, Masganti^{1, 2}, dan Khairil Anwar¹

¹Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

²Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian Uniska Muhammad
Arsyad Al-Banjari

E-mail: alwi_62@yahoo.co.id

A. Ringkasan

Tanah salin dijumpai di daerah pasang surut yang berbatasan dengan garis pantai dan di daerah beriklim kering. Salinitas tanah terjadi ketika jumlah garam terlarut dalam larutan tanah cukup tinggi. Penimbunan garam di daerah perakaran memengaruhi kemampuan tanaman menyerap air. Masalah yang dihadapi dalam pengembangan lahan ini sebagai lahan pertanian adalah kondisi fisik lahan yang kurang baik, kandungan natrium dan klorida yang tinggi, dan ketersediaan N dan K rendah. Kondisi salinitas yang tinggi dengan tata air yang buruk dapat menyebabkan hilangnya kesuburan tanah secara permanen. Perbaikan tanah berkadar garam tinggi dapat dilakukan melalui, antara lain pemberian pupuk kandang, *gypsum*, bahan organik, dan dolomit. Keberhasilan dan keberlanjutan pengembangan pertanian di lahan ini ditentukan salah satunya oleh kemampuan sumber daya manusia dalam mengelola lahan secara efektif dan efisien. Oleh karena itu, dalam pengembangan pertanian di lahan salin harus menyesuaikan dengan kelas tingkat kegaraman lahan karena faktor ini sangat menentukan keberhasilan budi daya tanaman. Ke depan 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 setempat.

B. Pendahuluan

Lahan rawa pasang surut awalnya adalah rawa pantai yang bermuara di daerah muara sungai besar dan dipengaruhi oleh ayunan pasang surut air laut. Berdasarkan pengaruh air pasang surut, menurut Subagyo (2006) 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 yang mengandung salinitas tinggi (Shaaban, *et.al.*, 2013). Maas (2014) 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 asin dengan tumbuhan penutup berupa hutan bakau sampai nipah. Garam-garam yang berasal dari air laut terkumpul di daerah cekungan bersama air rembesan atau aliran permukaan ataupun di tempat yang lebih tinggi akibat evaporasi. Tingginya mobilitas dari garam-garam yang mudah larut menyebabkan sifat tanah berubah-ubah.

Permasalahan biofisik lahan pada kawasan rawa pantai untuk pengembangan lahan sawah, antara lain: (1) adanya intrusi air asin pada musim kemarau, sehingga tanaman padi akan mengalami plasmolisis (pecahnya dinding sel tanaman), daun tanaman akan kering dan akhirnya mati; (2) tingginya genangan air pasang saat musim hujan, sehingga petani kesulitan membuat persemaian dan tanaman padi tenggelam; (3) porositas tanah yang cukup tinggi sehingga kesulitan membuat tanggul penahan air; dan (4) mempunyai lapisan pirit yang

cukup dangkal (Yaduvanshi, *et.al.*, 2015). 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.

Selain di lahan rawa pasang surut, tanah salin juga dijumpai di daerah arid (kering) dan semiarid. Tanah salin di sini mengandung konsentrasi natrium dapat ditukar tinggi. Kandungan garam dalam tanah yang memengaruhi tanaman tergantung dari: (1) tekstur tanah; (2) sebaran garam dalam profil tanah; (3) komposisi garam; dan (4) spesies tanaman. Konsentrasi garam larut dalam tanah semakin meningkat karena adanya proses evaporasi dan transpirasi tanaman. Konsentrasi garam-garam dalam larutan tanah dapat naik dan turun di zona perakaran tergantung dari pergerakannya ke bawah lebih besar atau lebih kecil dari air irigasi dan sumber-sumber air lainnya yang merupakan faktor penentu keseimbangan konsentrasi garam.

Pergerakan air dapat ditahan di bawah kondisi lapang yang berhubungan langsung dengan air irigasi, pencucian, dan drainase tanah-tanah salin. Kelebihan garam mengakibatkan ketahanan penetrasi dan konsentrasi kation-kation Ca, Mg, Na, serta persentase natrium yang dapat ditukar (ESP) tinggi (Choudhary, *et.al.*, 2011), ketersediaan air dan hara menurun dan air irigasi menjadi racun bagi tanaman yang peka terhadap kadar garam tinggi, tanah menjadi kering dan padat (Minhas dan Sharma, 2003). Jika tanah ini ingin dijadikan lahan pertanian, maka diperlukan perbaikan dan pengelolaan yang spesifik. Oleh karena garam-garam Ca dan Mg banyak diendapkan sehingga tinggal Na yang menjenuhi kompleks pertukaran yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman, seperti pertumbuhan tanaman terhambat, daunnya terbakar dan produktivitas biomasnya rendah (Singh dan Sharma, 2001).

Perbaikan kimia dan fisik tanah berkadar garam tinggi dapat dilakukan melalui, antara lain pemberian pupuk kandang, *gypsum*, bahan organik, dan dolomit (Munns, 2002). Bahan organik berperan besar dalam agregasi tanah salin. Rumput yang toleran garam (*Nypa Forage*) dapat mereklamasi tanah salin melalui infiltrasi air dan konduktivitas

hidrolik. Pemberian *gypsum* dapat menurunkan konsentrasi Na^+ pada tanah salin dan memberikan dampak pada tersedianya unsur hara yang akan diserap oleh akar tanaman. *Gypsum* mempunyai dua fungsi jika diberikan ke tanah, yakni mengandung Ca dan S yang merupakan unsur esensial tanaman dan sebagai pemantap tanah (Yaduvanshi dan Swarup, 2005).

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang pengelolaan lahan salin, baik yang berada di lahan rawa pasang surut maupun di daerah beriklim kering sebagai lahan sawah produktif. Melalui pengelolaan lahan yang baik diharapkan lahan salin yang dipandang sebagai lahan marginal dapat diubah menjadi lahan sawah produktif yang dapat memberikan dukungan terhadap ketahanan pangan.

C. Karakteristik Tanah Salin

Tanah salin dicirikan oleh konsentrasi garam yang berlebih, baik berupa garam-garam larut maupun natrium dapat ditukar (Gomes, *et.al.*, 2000). Pengaruh kandungan garam tanah di atas terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada beberapa faktor, antara lain tekstur tanah, distribusi garam dalam profil, komposisi garam, dan spesies tanaman. Tanaman mulai terpengaruh jika kandungan garam dalam larutan tanah melebihi 0.1% (Choi, *et.al.*, 2003). Tanah menjadi salin jika larutan terekstrak dari pasta tanah mempunyai *electrical conductivity* (EC) 4 dS/m atau lebih.

Park, *et.al.* (2015) menyatakan bahwa terjadinya tanah-tanah berkadar garam tinggi (*Natraqualfs*) di daerah pantai datar Mississippi akibat pembentukan geologi dan berkembang pada kondisi drainase yang jelek serta tekstur tanah berdebu. Tekstur tanah dikelompokkan ke dalam debu halus atau lempung halus dan reaksi tanah ekstrem masam hingga ekstrem alkalin. *Natric horizon* relatif baru digunakan sebagai model tanah yang mengandung Na tinggi. Tanah-tanah yang terbentuk disebut sebagai *solonetz*, *solonchalk*, dan alkali. *Horizon nitric* didefinisikan sebagai suatu horizon argilik spesifik.

Tanah salin terjadi di sebagian besar wilayah iklim kering atau semi kering. Pada kondisi basah, kelarutan garam dalam bahan tanah dan terbentuk oleh pelapukan mineral umumnya bergerak menuju

ground water dan dibawa oleh arus menuju laut. Jika tanah merupakan subjek rembesan air laut seperti di delta sungai dan lahan-lahan dekat laut. Di wilayah kering, pencucian dan transportasi garam-garam larut ke laut tidak sesempurna wilayah basah. Pencucian biasanya bersifat lokal sehingga garam larut tidak bergerak jauh. Ini terjadi tidak hanya karena sedikit evaporasi dan karakter iklim kering yang cenderung mengakumulasi garam dalam tanah dan air permukaan (Amini, *et.al.*, 2016).

Drainase yang terhambat merupakan salah satu faktor yang memengaruhi salinisasi tanah dan mungkin melibatkan tingginya *ground water table* atau rendahnya permeabilitas tanah. Tingginya *ground water table* sering berhubungan dengan topografi. Curah hujan yang rendah di wilayah kering, mengakibatkan drainase permukaan kurang berkembang. Sebagai konsekuensinya, aliran drainase tidak memiliki *outlet* ke sungai yang permanen. Drainase garam yang terbawa air dari lahan yang lebih tinggi mungkin meningkatkan *level ground water* ke permukaan tanah yang posisinya lebih rendah, yang kadang-kadang dapat menyebabkan penggenangan atau membentuk danau bergaram permanen. Keadaan ini menyebabkan pergerakan ke atas dari *ground water* yang mengandung garam larut atau evaporasi air permukaan akan membentuk tanah bergaram (salin). Rendahnya permeabilitas tanah menyebabkan pergerakan air ke bawah menjadi terhambat. Rendahnya permeabilitas mungkin terjadi karena struktur tanah kurang baik atau adanya lapisan-lapisan keras yang terbentuk dari lapisan liat, atau lapisan silika (Horneck, *et.al.*, 2007).

1. Karakteristik Fisik dan Kimia

Sifat fisik dan kimia tanah yang dipengaruhi oleh garam air larut telah dipelajari dan didokumentasikan secara ekstensif didokumentasikan oleh Horneck *et al.* (2007), dan Amini *et al.* (2016). Berdasarkan nilai pH, EC, rasio adsorpsi natrium (SAR), dan persentase natrium yang dapat ditukar (ESP) tanah salin dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis tanah (Tabel 15).

EC tinggi bisa menyebabkan agregasi tanah sehingga konsentrasi elektrolit tinggi dalam larutan tanah mendukung flokulasi tanah dengan mengondensasi lapisan ganda (*double layers*). Namun, jika EC rendah diikuti oleh sodisitas tinggi (SAR tinggi dan ESP) seperti di tanah sodik tidak menguntungkan untuk agregasi tanah yang menghasilkan porositas rendah dan selanjutnya terjadi penurunan aerasi dan infiltrasi tanah (Huang dan Gong, 2008).

Tabel 15. Klasifikasi Tanah Salin Berdasarkan Nilai pH, EC, SAR, dan ESP

Jenis Tanah	Nilai			
	pH	EC (dS/cm)	SAR	ESP (%)
Tanah Salin	6-8	>4	<13	<15
Tanah Sodik	>8	<4	>13	>15
Tanah Salin-Sodik	>8	>4	>13	>15

Sumber: Huang dan Gong (2008)

pH: kemasaman tanah; EC: daya hantar listrik; SAR: rasio adsorpsi natrium; dan ESP: persen natrium dapat ditukar

Eviati dan Sulaeman (2009) menetapkan kriteria hasil analisis tanah terhadap kation natrium, daya hantar listrik (DHL), dan natrium dapat ditukar. Kriteria tersebut terdiri dari sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi untuk kandungan kation natrium, daya hantar listrik (DHL), dan natrium dapat ditukar (Tabel 16) sehingga lebih mudah dimengerti. Kriteria tersebut dinyatakan dengan angka-angka hasil analisis yang mudah dibandingkan antara satu hasil titik pengamatan dengan titik lainnya.

Tabel 16. Kriteria Kation Natrium, Daya Hantar Listrik dan Natrium Dapat Ditukar Hasil Analisis Tanah di Laboratorium Kimia Balai Penelitian Tanah

Kelas	Na ⁺ (cmol(+)/kg)	EC (dS/m)	Na-dapat ditukar (%)
Sangat Rendah	<0,1	<1,0	<2,0
Rendah	0,1–0,3	1,0–1,9	2,0–4,0
Sedang	0,4–0,7	2,0–2,9	5,0–10,0
Tinggi	0,8–1,0	3,0–4,0	10,0–15,0
Sangat Tinggi	>1,0	>4,0	>15,0

Sumber: Eviati dan Sulaeman (2009)

Gangguan agregat tanah akibat konsentrasi ion Na⁺ yang tinggi berlangsung melalui *slaking*, tanah liat yang mengembang dan dispersi (Rengasamy dan Sumner, 1998). *Slaking* adalah proses udara yang

terperangkap mengembang dan memecah agregat yang tidak stabil ketika tanah dibasahi, sedangkan partikel liat tanah yang mengembang bersifat reversibel terjadi ketika pengembangan melebihi kekuatan menarik partikel liat tanah. Penyebaran partikel liat tanah adalah proses yang tidak dapat diubah dan dapat menyebabkan pori-pori tanah tersumbat secara permanen. Kerusakan struktur fisik tanah dan hilangnya permeabilitas udara dan air di tanah pada kondisi konsentrasi Na^+ tinggi menghasilkan aerasi yang buruk dan tanah tergenang, kondisi ini tidak menguntungkan bagi pertumbuhan kebanyakan tanaman kecuali padi (Nelson, *et.al.*, 1998).

Lahan sawah yang sudah berhasil diturunkan tingkat kegaramannya atau kadar natrium rendah ($< 0,3$ me 100/g) dan EC juga turun menjadi < 2 dS/cm, hendaknya dinaikkan tingkat kesuburan fisiknya. Peningkatan kesuburan fisik ini diperlukan untuk mempercepat peningkatan produktivitas lahan. Lahan sawah dengan tingkat keasinan tinggi sedikit mengandung karbon atau bahan organik rendah (Park, *et.al.*, 2015).

Menurut Tan (2000) salinitas merupakan fenomena yang kadang memunculkan kandungan natrium tinggi dan meracuni tanaman yang peka terhadap natrium hanya sesaat saja, setelah itu kondisi tanah kembali normal. Jika natrium terbawa aliran air dan hanya terdapat di dalam larutan air, fenomena itu betul adanya. Ketika sejumlah natrium mengendap dan dijerap oleh tubuh tanah, maka salinitas bersifat lebih permanen dan agak susah dibersihkan. Lahan sawah dengan sumber air segar yang melimpah dapat memunculkan fenomena salinitas, tetapi lahan sawah yang terus-menerus tercemar air asin dapat berubah menjadi tanah dengan salinitas permanen.

2. Karbon Organik Tanah

Kondisi kimia dan fisik tanah di daerah arid dan semiarid yang kurang baik akibat pengaruh garam selanjutnya dapat memengaruhi kandungan bahan organik tanah (Amini, *et.al.*, 2016). Tanah yang dipengaruhi oleh garam dengan ESP tinggi memiliki kandungan bahan organik tanah rendah karena kurangnya masukan bahan organik dari tumbuh-tumbuhan dibandingkan dengan tanah non-salin (Wong, *et.al.*, 2010). Untuk menilai pengaruh salinitas terhadap kandungan karbon organik tanah (SOC), dalam hal ini SOC dengan ESP bahwa SOC berkorelasi negatif dengan ESP (Wong, *et.al.*, 2008; Lim, *et.al.*, 2012).

Konsentrasi Na^+ dan Cl^- yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman karena mengganggu serapan K^+ dan Ca^{2+} , menyebabkan kerusakan klorofil (Tavakkoli, *et.al.*, 2010; Chen, *et.al.*, 2019). Kondisi ini dapat mengakibatkan lebih sedikit masukan sisa tanaman ke tanah. Selain itu, karatan di permukaan tanah dan pengerasan permukaan tanah yang disebabkan Na^+ tinggi dapat mengurangi laju infiltrasi (Nciizah dan Wakinkiki, 2015) sehingga mengurangi kandungan bahan organik tanah karena tingkat erosi tinggi (Wong, *et.al.*, 2010). Ran, *et.al.* (2018) menyatakan bahwa fraksi bahan organik tanah yang kaya Ca-organik tanah sebagian besar berada di dekat permukaan sehingga rentan terhadap erosi. Destabilisasi agregat tanah oleh Na^+ yang tinggi atau erosi dapat berkontribusi pada penurunan bahan organik tanah, terutama pada tanah yang dipengaruhi garam tinggi. Sodisitas tinggi dapat menurunkan bahan organik tanah melalui pelarutan dan meningkatnya kehilangan bahan organik melalui limpasan dan pencucian karena kompleks organik Na sangat larut.

Pemberian jerami padi sebanyak 5 ton/ha misalnya memberikan keuntungan tidak harus menggunakan pupuk KCl. Oleh karena itu, sangat dianjurkan untuk memanen padi sampai sebatas leher malai ketika memisahkan malai bergabah dengan jerami. Jerami dibiarkan tegak, mati dan terdekomposisi secara alamiah pada lahan sawah atau dibabat kemudian dikomposkan dan komposnya dikembalikan ke lahan sawah (Singh, 2016).

Selain penambahan bahan organik yang mudah terdekomposisi, dapat juga dilakukan penambahan bahan organik yang tidak mudah terdekomposisi. Sisa panen yang tidak mudah terdekomposisi seperti sekam padi, tongkol jagung, batang ubi kayu, ranting-ranting kecil dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kesuburan fisik tanah. Bahan-bahan tersebut dijadikan arang yang kemudian dikenal sebagai *biochar*, setelah dihaluskan dapat disebar merata ke dalam bidang olah tanah. Penyebaran *biochar* memberikan keuntungan karena dapat lebih lama bertahan di dalam tanah, tidak mudah terurai, dapat menjadi sarang mikroba, dan dapat mempertahankan kelengasan tanah. Sisi kurang baiknya adalah dapat memperlambat pencucian natrium dari dalam tanah (Rui dan Zhang, 2010).

3. Aktivitas Mikroba Tanah

Salinitas dan perubahan yang berhubungan dengan sifat tanah juga dapat berpengaruh negatif terhadap aktivitas mikroba dan biomassa, aktivitas enzim, dan mineralisasi nitrogen (N). Peningkatan salinitas dan sodisitas akan menurunkan aktivitas enzim serta pertumbuhan dan aktivitas mikroba (Singh, 2016). Studi komprehensif yang dilakukan dengan irigasi pada tanah salin dan sodik, Rietz dan Haynes (2003) melaporkan bahwa mikroba biomassa C dan aktivitas mikroba berkorelasi negatif dengan EC, SAR, dan ESP. Ini menunjukkan bahwa salinitas dan sodisitas dapat menyebabkan komunitas mikroba yang lebih kecil dan tertekan. Dampak salinitas tinggi dan sodisitas pada mikroba sangat merugikan terutama disebabkan cekaman osmotik dan dehidrasi sel mikroba. Selain itu, toksisitas ion Na^+ , Cl^- , HCO_3^- , dan CO_3^{2-} , ketidakseimbangan nutrisi, dan bahan organik tanah juga dianggap sebagai kendala pertumbuhan mikroba di tanah yang berkadar garam tinggi (Wichern dan Joergensen, 2006).

Pentingnya peran mikroba dalam memelihara kesuburan tanah melalui pengaruh siklus hara dan dekomposisi bahan organik tanah, maka aktivitas mikroba dan enzim yang menurun dapat menghambat peningkatan produktivitas tanah berkadar garam tinggi (Singh, 2016). Salinitas tinggi dapat menurunkan ketersediaan N tanah untuk tanaman melalui penekanan nitrifikasi dibandingkan amonifikasi, sebagai nitrifier lebih sensitif terhadap stres salinitas dibanding amonifier (Rietz dan Haynes, 2003) melaporkan bahwa amonifikasi meningkat hingga EC 70 dS/m, sedangkan nitrifikasi sepenuhnya terhambat pada EC 26 dS/m.

D. Masalah Tanah Salin

Keracunan umumnya terjadi jika ion-ion tertentu dijerap air atau tanah dan terakumulasi di daun saat transpirasi sehingga membahayakan pertumbuhan tanaman. Tingkat keracunan tanaman tergantung dari waktu, konsentrasi, kepekaan tanaman, dan penggunaan air. Ion-ion beracun yang umumnya dalam air irigasi adalah klorida (Cl^-), natrium (Na^+), dan boron (B^{3+}), yang tingkat keracunannya dapat disebabkan, baik secara individu maupun kombinasinya. Ion-ion Na^+ dan Cl^- dapat juga diserap secara langsung melalui daun saat penyiraman melalui

sprinkler irigasi yang terjadi selama periode temperatur tinggi dan kelembapan rendah (Amer dan Hashem, 2018).

Problem keracunan akan meningkat karena tanaman menyerap air tanah terutama pada saat tanah kondisi kering yang terjadi saat awal irigasi. Ion-ion mengumpul di volume air atau tanah yang lebih rendah. Oleh karena tanah bagian atas kering, tanaman harus menyerap lebih banyak air yang diperlukan dari tanah yang lebih dalam di mana salinitas dan ion beracun biasanya terkonsentrasi di lapisan tanah tersebut lebih besar. Frekuensi irigasi yang lebih besar diperlukan tanah bagian atas sehingga memungkinkan untuk menurunkan pengaruh salinitas dan ion beracun (Amini, *et.al.*, 2016).

1. Keracunan Natrium (Na) pada Tanaman Padi

Keracunan Na tidak mudah diduga seperti Cl⁻, tetapi jelas disebabkan oleh tingginya konsentrasi Na dalam air atau rasio adsorpsi Na (SAR). Gejala keracunan Na adalah daun terbakar dan matinya jaringan sepanjang tepi luar daun. Gejala awal nampak pada daun-daun yang lebih tua, mula-mula pada sisi luar, meningkat di sisi dalam antara vena dan pusat daun. Keracunan Na sering dimodifikasi atau dikurangi jika cukup kalsium (Ca) tersedia dalam tanah. Indikasi keracunan Na merupakan masalah yang sederhana atau kompleks mungkin disebabkan defisiensi Ca atau interaksi lain yang perlu diteliti lebih jauh.

Keracunan Ca pada tanaman lebih sering terjadi dibanding Na karena pemupukan *gypsum* atau kalsium nitrat. Level % Na-dd (ESP) dibagi menjadi tiga kategori, yaitu sensitif (<15 ESP); semi-toleran (15–40 ESP); dan toleran (>40 ESP). Tanah dengan ESP >30 biasanya strukturnya jelek untuk produksi tanaman (Choudhary dan Yaduvanshi, 2016). Hasil Choi, *et.al.* (2014) menunjukkan bahwa tidak ada ambang batas % Na-dd (Na-dapat ditukar) yang dapat didefinisikan karena hampir linier hubungannya antara ciri-ciri tanah dan % Na-dd yang didapat pada konsentrasi kation yang rendah. Pengaruh % Na-dd lebih besar pada karakter hidrolik dibanding stabilitas agregat dan kemampuan mengembang dan mengerut. Kisaran nilai % Na-dd 2–5 berasosiasi dengan nilai C yang rendah, menyebabkan konduktivitas hidrolik turun $\geq 25\%$, stabilitas agregasi turun pada kisaran % Na-dd 5–10, namun kecepatan mengembang dan mengerut tampak sedikit

dipengaruhi oleh ESP. Ambang batas efektif dari degradasi kualitas tanah bahkan terjadi pada level ESP sangat rendah.

2. Keracunan Klorida pada Tanaman Padi

Kebanyakan unsur beracun berasal dari air irigasi adalah klorida (Cl) karena Cl tidak dijerap oleh tanah. Oleh karena itu, pergerakan unsur ini cepat diserap oleh tanaman, baik pada fase air atau tanah, bergerak dalam batang saat transpirasi, dan terakumulasi di daun. Jika konsentrasi Cl di daun melebihi batas toleransinya, gejala kerusakan berkembang, seperti daun terbakar atau jaringan daun kering. Normalnya, kerusakan tanaman terjadi pertama pada pucuk daun, *necrosis* (matinya jaringan) sering awalnya ditunjukkan oleh rusaknya daun. Tanaman yang peka terjadi gejala saat akumulasi Cl di daun dari 0.3 hingga 1.0% (Zaka, *et.al.*, 2018).

D. Pengelolaan Hara Tanah

1. Toleransi Tanaman Padi Berdasarkan Rasio Na^+ dengan K^+ , Ca^{2+} dan Mg^{2+}

Pengelolaan hara tanaman adalah cara paling praktis dan termudah untuk mengatasi tanaman yang mengalami cekaman akibat kadar garam tinggi. Tanaman padi mengalami ketidakseimbangan hara karena kurang baik penyerapan dan pengangkutan beberapa hara penting tanaman seperti nitrogen (N), kalsium (Ca), kalium (K), magnesium (Mg), dan seng (Zn). Tanaman dalam kondisi kadar garam tinggi akan menurunkan pertumbuhan dan produktivitasnya (Hussain, *et.al.*, 2013). Zhen-hua, *et.al.* (2011) mempelajari pengaruh pemberian K, Ca, dan Mg dalam kultur larutan pada genotipe padi toleran garam dan sensitif garam yang diberikan cekaman salinitas 100 mmol/l menggunakan NaCl. Toleransi genotipe FL478 dan IR651 karena mengambil lebih sedikit Na^+ sehingga dapat mempertahankan rasio $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$, Na^+/K^+ , dan $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ lebih kecil dibandingkan dengan IR29 dan Azucena dalam jaringan aktif dan berkembang.

Pada toleransi terhadap salinitas, genotipe sensitif lebih memberikan respons positif yang ditandai dengan meningkatnya konsentrasi K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} . Selain itu, konsentrasi Na^+ dan rasio $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$, Na^+/K^+ ,

dan $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ dalam batang tanaman padi menurun. Pemberian Ca^{2+} lebih menguntungkan dibandingkan dengan Mg^{2+} . Jadi, tingkat toleransi salinitas pada tanaman padi akan meningkat melalui pengelolaan hara Ca^{2+} dan Mg^{2+} sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pemberian Ca^{2+} lebih efektif daripada Mg^{2+} dan harus diberikan dalam jumlah yang lebih besar untuk tanaman padi yang ditanam di tanah yang dipengaruhi oleh kadar garam tinggi sebagai upaya meminimalkan efek samping cekaman salinitas (Zhen-hua, *et.al.*, 2011).

2. Pemberian N, P, dan K pada Tanaman Padi

Tanaman padi yang ditanam pada tanah dengan kadar garam tinggi akan mengalami defisiensi N, karena efek antagonis ion Cl^- dengan NO_3^- . Pada kondisi ini, pemberian N sangat diperlukan (Singh, *et.al.*, 2013; Zayed, *et.al.*, 2013). Hasil padi secara substansial akan menurun dengan meningkatnya salinitas atau sodisitas tanah, namun pemberian secara signifikan dapat mencegah efek merusak dari salinitas pada tanaman padi (Murtaza, *et.al.*, 2000). Pemberian pupuk N pada takaran 150 mg/kg tanah dapat memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman padi yang ditanam pada tingkat salinitas atau sodisitas tanah yang lebih tinggi (Murtaza, *et.al.*, 2000). Menurut Singh, *et.al.* (2013), hasil gabah dan jerami menurun secara linier, karena adanya penurunan jumlah anakan per tanaman. Tingkat salinitas yang lebih tinggi dari 16 dS/m akan menurunkan hasil gabah dan jerami masing-masing sebesar 50%–52% dan 38%–48%. Namun, pemberian N lebih tinggi (140 kg/ha) dan seng sulfat (70 kg/ha) dapat meningkatkan hasil gabah dan jerami karena penambahan tinggi tanaman dan jumlah anakan. Oleh karena itu, pemberian N dan Zn merupakan pilihan yang sangat baik untuk mendapatkan hasil padi yang lebih tinggi pada pertanaman padi yang diairi dengan air garam ditanam di tanah lempung berpasir (Singh, *et.al.*, 2013).

Meskipun pemberian pupuk N penting untuk meningkatkan produksi padi yang ditanam pada kondisi tanah salin, sumber dan waktu pemberiannya juga perlu diperhatikan. Pemberian N dalam bentuk amonium sulfat atau campurannya dengan urea dengan perbandingan 1:1 dapat memberikan hasil padi yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian N dalam bentuk urea. Namun, pada takaran kecil, campuran pupuk ini tidak seefisien pemberian pupuk pada takaran lebih besar

(Mahmood, *et.al.*, 1993). Pemberian pupuk N pada stadia awal anakan dapat membantu tanaman padi untuk mempertahankan ion garam (Na^+ , Cl^-) yang lebih rendah dengan rasio K^+/Na^+ dalam jaringan tanaman padi yang lebih baik, sehingga meningkatkan pertumbuhan dan hasil padi di tanah yang dipengaruhi garam (Aslam, *et.al.*, 1992).

Tanaman padi yang tumbuh di lingkungan salin mengalami defisiensi N pada stadia mengarah ke pembungaan, sehingga proses pembungaan dipercepat, tetapi pada tingkat pemberian N yang lebih tinggi dapat memperpanjang siklus pertumbuhan tanaman padi. Bahkan, pemberian gabungan pupuk organik dan pupuk hayati dengan pupuk N memberikan hasil padi yang lebih baik dalam kondisi salin (Zayed, *et.al.*, 2013). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa pemberian gabungan dari 5 t/ha pupuk kandang, 210 kg/ha gypsum dan 125 kg/ha N dapat memberikan hasil padi sebesar 4,39 t/ha pada tingkat kegaraman (EC 6.2 dS/m) (Haque, *et.al.*, 2015).

Naheed, *et.al.* (2013) mempelajari pengaruh pemberian P pada tanaman padi pada tanah salin. Meningkatnya tingkat salinitas dapat menyebabkan karakteristik biomassa tanaman, panjang tunas dan pertukaran gas menurun, pada kondisi demikian pemberian P akan semakin menurunkan pertumbuhan tanaman padi. Bahkan, konduktansi stomata dan laju fotosintesis tanaman padi berkurang dengan meningkatkan salinitas dan penambahan P dalam media perakaran. Namun, aplikasi silikon (Si) berpotensi meningkatkan pertumbuhan padi karena peningkatan efisiensi fotosintesis di bawah stres salinitas (Mahdieh, *et.al.*, 2015). Penambahan Si dapat menurunkan kandungan Na^+ tanaman, tetapi meningkatkan serapan Si dan meningkatkan fotosintesis. Jadi, penurunan kandungan Na^+ dan akumulasi Si berperan penting dalam meningkatkan toleransi cekaman salinitas tanaman padi dalam kondisi salin (Mahdieh, *et.al.*, 2015).

Tanaman padi yang ditanam pada tingkat salinitas tinggi akan mengalami defisiensi K sehingga pertumbuhannya terhambat dan hasil padi rendah, karena penurunan berat 1.000 biji gabah dan jumlah anakan. Oleh karena itu, pemberian K dapat mengurangi pengaruh negatif dari salinitas. Metode pemberian K terbaik untuk tanaman padi pada kondisi salinitas adalah pemberian melalui tanah ditambah melalui daun (Ebrahimi, *et.al.*, 2012). Hossain, *et.al.* (2010) melaporkan pemberian K dapat meningkatkan jumlah anakan, berat kering tanaman, jumlah malai, dan hasil gabah pada tanah dengan tingkat salinitas 12 dS/m, sedangkan pemberian K

pada tingkat salinitas lebih besar atau lebih kecil memberikan pengaruh tidak signifikan terhadap semua parameter agronomi kecuali berat kering tanaman.

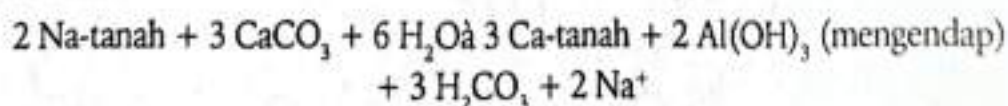
3. Pemberian Gypsum

Penanggulangan salinitas menggunakan *gypsum* dilakukan jika penanggulangan melalui pencucian tidak efektif lagi, karena tanah sudah demikian jenuh dengan natrium. Prinsip penggunaan *gypsum* dalam penanggulangan salinitas adalah menggantikan ion natrium (Na) yang terikat pada kompleks jerapan tanah dengan kalsium (Ca) yang terkandung dalam *gypsum*, dengan adanya proses penggantian tersebut, natrium menjadi relatif mudah dibuang melalui proses pencucian (Haque, *et.al.*, 2015). Oleh karena itu, rehabilitasi tanah salin dengan menggunakan *gypsum* harus disertai dengan proses pencucian. Pemberian *gypsum* direkomendasikan hanya ketika pH tanah > 8,5 (misalnya tanah sodik) dan jika cara mekanis sederhana tidak efektif menghancurkan lapisan padat liat/debu (Amer dan Hashem, 2018).

Keuntungan penggunaan *gypsum* untuk merehabilitasi tanah salin adalah bias berdampak terhadap perbaikan sifat fisik tanah, di antaranya menurunkan BD tanah, meningkatkan permeabilitas dan infiltrasi dan menurunkan pengerakan (*soil crusting*) dan pemadatan tanah. Oleh karena itu, pemberian *gypsum* dapat menyebabkan Na menjadi lebih mudah dicuci, proses pencucian juga akan lebih mudah dilakukan sebagai dampak terjadinya perbaikan sifat fisik tanah terutama dapat mempermudah terjadinya pergerakan air, misalnya permeabilitas dan infiltrasi tanah (IPNI, 2015).

4. Pemberian Kapur

Pemberian kapur pertanian (CaCO_3) untuk menurunkan kemasaman tanah. Kapur pertanian ini banyak mengandung kalsium yang dapat dimanfaatkan untuk mengusir Na dari kompleks jerapan tanah, sehingga kandungan natriumnya menjadi berkurang dan salinitasnya turun. Mekanisme penurunan salinitas tanah yang diberi kapur pertanian mengikuti reaksi berikut.



Natrium yang terlepas dari butiran tanah dan keluar mengikuti aliran air keluar petakan sawah mengikuti gerakan air pasang. Penurunan salinitas yang disebabkan oleh pemberian kapur pertanian berkadar kalsium tinggi berperan dalam memisahkan natrium dari butiran tanah. Oleh karena itu, semakin tinggi kandungan kalsiumnya memungkinkan terjadi desalinitas menjadi lebih cepat (Tan, 2009).

F. Penutup

Sebagian lahan salin 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. Sebagian lagi dijumpai di daerah arid (kering) dan semiarid, tanah salin di sini mengandung konsentrasi natrium dapat ditukar tinggi. Permasalahan yang dihadapi jika tanah salin dimanfaatkan sebagai tanah sawah adalah (1) tekanan osmotik tanaman yang rendah; (2) unsur hara N dan K rendah; (3) kandungan Na^+ tinggi; dan (4) nilai pH tanah tinggi berdampak terhadap pertumbuhan tanaman padi.

Kadar garam yang tinggi juga dapat mengakibatkan ketahanan penetrasi dan konsentrasi kation-kation Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ serta persentase natrium dapat ditukar (ESP) tinggi, ketersediaan air dan hara menurun dan air irigasi menjadi racun bagi tanaman yang peka terhadap kadar garam tinggi, tanah menjadi kering dan padat. Perbaikan kimia dan fisik tanah berkadar garam tinggi dapat dilakukan melalui pemberian pupuk kandang, *gypsum*, bahan organik, dan kapur pertanian. Lahan salin yang sudah berhasil diturunkan tingkat kegaramannya atau kadar natrium rendah ($< 0,3$ me 100/g) dan EC juga turun menjadi < 2 dS/cm, perlu diperbaiki tingkat kesuburannya melalui pemberian pupuk N, P, dan K yang sesuai agar peningkatan produktivitas lahan dapat dipercepat.

Daftar Pustaka

Amer, M. M., & I. M. Hashem. 2018. "Impact of Some Soil Amendments on Properties and Productivity of Salt Affected Soils at Kafr El-Sheikh Governorate". *Egyptian Journal of Soil Science*, 58: 177–191.

- Amini, S., H. Ghadiri, C. Chen, & P. Marschner. 2016. "Salt-affected Soils, Reclamation, Carbon Dynamics, and Biochar: A Review". *Journal of Soils and Sediments*, 16: 939–953.
- Aslam, M., A. Rauf, N. Ahmad, J. Akhtar, & R. H. Qureshi. 1992. "Nitrogen Management for Rice in Salt-Affected Soil". *J. Agric. Sci.*, 29: 79–83.
- Chen, J. B., J. Q. Zong, D. D. Li, Y. Chen, Y. Wang, H. L. Guo, J. J. Li, L. Li, A. G. Guo, & J. X. Liu. 2019. "Growth Response and Ion Homeostasis in Two Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) Cultivars Differing in Salinity Tolerance under Salinity Stress". *Soil Science and Plant Nutrition*, 65: 419–429.
- Choi, W. Y., K. S. Lee, J. C. Ko, S. Y. Choi, & D. H. Choi. 2003. "Critical Saline Concentration of Soil and Water for Rice Cultivation on a Reclaimed Saline Soil". *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 48: 238–242.
- Choudhary, O.P., B. S. Ghuman, Bijay-Singh, N. Thuy, & R. J. Buresh. 2011. "Effects of Long-Term Use of Sodic Water Irrigation, Amendments and Crop Residues on Soil Properties and Crop Yields in Rice–Wheat Cropping System in a Calcareous Soil". *Field Crops Research*, 121: 363–372.
- Choudhary, O. P., & N. P. S. Yaduvanshi. 2016. "Nutrient Management in Salt-affected Soils". *Indian Journal of Fertilizer*, 12: 20–35.
- Choi, W. Y., J. H. Jeong, & S. Kim. 2014. "Optimum Nitrogen Application Amount of Rice Transplanting Cultivation in Newly Reclaimed Land". *Korean Journal of International Agriculture*, 26:246–250.
- Eviati & Sulaeman. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Petunjuk Teknis Edisi 2. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Ebrahimi, R.P., P. Rahdari, H. S. Vahed, P. Shahinroksar. 2012. "Rice Response to Different Method of Potassium Fertilizer in Salinity Stress Condition". *Int. J. Agric. Crop Sci.*, 4:798–802.
- Gomes, E. M., H. R. Gheyl, & E. F. Silva. 2000. "Improvement in Chemical Properties of a Saline-sodic Soil and Rice Yield under Different Treatments". *Revista Brasileira De Engenharia Agricola E Ambiental*, 4: 355–361.

- Haque, A. N. A., M. E. Haque, M. E. Hossain, M. K. Khan, A. H. M. Razzaque. 2015. "Effect of Farm Yard Manure, Gypsum and Nitrogen on Growth and Yield of Rice in Saline Soil of Satkhira District, Bangladesh". *J. Biosci. Agric. Res.*, 3: 65–72.
- Horneck, D. A., J. W. Ellsworth, B. G. Hopkins, D. M. Sullivan, & R. G. Stevens. 2007. "Managing Salt-affected Soils for Crop Production". A Pacific Northwest Extension Publication (Oregon State University, University of Idaho, and Washington State University). Corvallis, Oregon: Oregon State University.
- Huang, M. X., Z. Shi, & J. H. Gong. 2008. "Potential of Multitemporal ERS-2 SAR Imagery for Land Use Mapping in Coastal Zone of Shangyu City, China". *Journal of Coastal Research*, 24: 170–176.
- Hussain, M. Z., S. M. F. Rabbi, S. Khanom, M. S. Amin, M. S. Islam, & A. Rahman. 2010. "Effect of Salinity and Potassium Fertilizer Application on Yield and Contributing Characteristic of Rice". *Khul. Univ. Stud.*, 10:145–152.
- Hussain, M. Z., K. H. Jang, M. Farooq, D. J. Lee. 2012. "Morphological and Physiological Evaluation of Ricegenotypes for Salt Resistances". *Int. J. Agric. Biol.*, 14: 970–974.
- IPNI (Intenational Plant Nutrition Institute). 2009. Nutrient Source Specific: Gypsum. No. 16. www.ipni.net.
- Lim, S. S., W. J. Choi, K. S. Lee, & H. M. Ro. 2012. "Reduction in CO₂ Emission from Normal and Saline Soils Amended with Coal Fly Ash". *Journal of Soils and Sediments*, 12: 1299–1308.
- Maas, A. 2014b. "Lahan Rawa sebagai Lahan Pertanian Kini dan Masa Depan". Dalam *Pengelolaan Lahan Rawa Untuk Pertanian*. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
- Mahdeah, M., N. Habibollahi, M. R. Amirjani, M. H. Abnosi, & M. Ghorbanpour. 2015. "Exogenous Silicon Nutrition Ameliorates Salt-Induced Stress by Improving Growth and Efficiency of PSII in *Oryza sativa* L. cultivars". *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 15: 1050–1060.
- Mahmood, I. A., R. H. Qureshi, M. Aslam, S. Nawaz, & B. Akhtar. 1993. "Response of Rice to Various Sources of Nitrogen in Salt Affected Soil". *J. Agric. Sci.*, 30: 64–68.

- Minhas, P.S. & O. P. Sharma. 2003. "Management of Soil Salinity and Alkalinity Problems in India". *Journal of Crop Production*, 7: 181–230.
- Muharam, A., & A. Saefudin. 2016. "Pengaruh Berbagai Pembenh Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Populasi Tanaman Padi Sawah (*Oryza Sativa*, L) Varietas Dendang di Tanah Salin Sawah Bukaari Baru". *Jurnal Agrotek Indonesia*, 1(2):141–150.
- Munns, R. 2002. "Comparative Physiology of Salt and Water Stress". *Plant Cell and Environment*, 25: 239–250.
- Murtaza, G., N. Hussain, & A. Ghafoor. 2000. "Growth Response of Rice to Fertilizer Nitrogen in Salt Affected Soil". *J. Agric. Biol.*, 2: 204–206.
- Naheed, G., M. Shahbaz, C. A. Latif, & E. S. Rha. 2013. "Alleviation of the Adverse Effect of Salt Stress on Rice by Phosphorus Applied Through Rooting Medium: Growth and Gas Exchange Characteristics". *J. Bot.*, 39: 729–737.
- Nciizah, A., & I. C. Wakinkiki. 2015. "Soil Sealing and Crusting Effects on Infiltration Rate: A Critical Review of Shortfalls in Prediction Models and Solutions". *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61: 1211–1230. doi:10.1080/03650340.2014.998203.
- Nelson, P. N., J. A. Baldock, & J. M. Oades. 1998. "Changes in Dispersible Clay Content, Organic Carbon Content and Electrolyte Composition Following Incubation of Sodic Soil". *Soil Research*, 36: 883–898. doi:10.1071/S98024.
- Park, S. J., J. H. Park, J. G. Won, S. S. Kang, & S. H. Lee 2015. "Monitoring of Chemical Properties from Paddy Soils in Gyeongbuk Province". Presented at the Biennial Meeting for the Korean Society of Soil Science and Fertilizer Conference, Seoul, September 4. (In Korean).
- Ran, L., X. Lu, N. Fang, & X. Yang. 2018. "Effective Soil Erosion Control Represents a Significant Net Carbon Sequestration". *Scientific Reports*, 8: 12018. doi:10.1038/s41598-018-30497-4.
- Rengasamy, P., & M. E. Sumner. 1998. "Processes Involved in Sodic Behaviour. In Sodic Soils: Distribution, Properties, Management and Environmental Consequences". *Topics in Sustainable Agronomy*, edited by M. E. Sumner & R. Naidu, 35–50. New York: Oxford University Press.

- Rietz, D. N., & R. J. Haynes. 2003. "Effects of Irrigation-induced Salinity and Sodicity on Soil Microbial Activity". *Soil Biology & Biochemistry*, 35: 845–854. doi:10.1016/S0038-0717(03)00125-1.
- Rui, W. Y., & W. J. Zhang. 2010. "Effect Size and Duration of Recommended Management Practices on Carbon Sequestration in Paddy Field in Yangtze Delta Plain of China: A Meta-analysis". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 135: 199–205. doi:10.1016/j.agee.2009.09.010.
- Singh, K.N. & D. P. Sharma. 2001. "Response of Rice to Nitrogen and Potassium in Saline Soils". *Experimental Agriculture*, 37, 417–427.
- Singh, K. 2016. "Microbial and Enzyme Activities of Saline and Sodic Soils". *Land Degradation and Development*, 27: 706–718. doi:10.1002/ldr.2385|.
- Shaaban, M., M. Abid, & 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.
- Subagyo, H. 2006. "Klasifikasi dan Penyebaran Lahan Rawa". 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.
- Tan, K.H. 1992. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tavakkoli, E., P. Rengasamy, & G. K. McDonal. 2010. "High Concentrations of Na⁺ and Cl⁻ Ions in Soil Solution Have Simultaneous Detrimental Effects on Growth of Faba Bean under Salinity Stress". *Journal of Experimental Botany*, 61: 4449–4459. doi: 10.1093/jxb/erq251.
- Wichern, J., F. Wichern, & R. G. Joergensen. 2006. "Impact of Salinity on Soil Microbial Communities and Decomposition of Maize in Acidic Soils". *Geoderma*, 137: 100–108. doi:10.1016/j.geoderma.2006.08.001.
- Wong, V. N. L., R. S. B. Greene, R. C. Dalal, & B. W. Murphy. 2010. "Soil Carbon Dynamics in Saline and Sodic Soils: A Review". *Soil Use and Management*, 26: 2–11. doi:10.1111/j.1475-2743.2009.00251.x.

- Yaduvanshi, N.P.S. & A. Swarup. 2005. "Effect of Continuous Use of Sodic Irrigation Water with and Without Gypsum, Farmyard Manure, Pressmud And Fertilizer on Soil Properties and Yields of Rice and Wheat in a Long Term Experiment". *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 73, 111–118.
- Yaduvanshi, N.P.S., K. Lal, & A. Swarup. 2015. "Effect of Sodic Water Irrigation with Sulphur Through Single Super Phosphate on Yield, Mineral Composition and Soil Properties in Rice-Wheat System". *Journal of Soil Salinity and Water Quality*, 7, 35–39.
- Zaka, M. A., K. Ahmed, H. Rafa, M. Sarfraz, & H. Schmeisk. 2018. "Effectiveness of Compost and Gypsum for Amelioration of Saline Sodic Soil in Rice Wheat Cropping System". *Asian Journal of Agriculture and Biology*, 6: 514–523.
- Zayed, B. A., W. M. Elkhoby, A. K. Salem, M. Ceesay, N. T. Uphoff. 2013. "Effect of Integrated Nitrogen Fertilizrr on Rice Productivity and Soil Fertility Under Saline Soil Conditions". *J. Plant Biol. Res.*, 2:14–24.
- Zhen-hua, Z., L. Qiang, S. Hai-xing, R. Xiang-min, A. M. Ismail. 2011. "Response of Contrasting Rice Genitypes Ta Salt Stress as Affected by Nutrient Concentrations". *Agric. Sci.*, 10: 195–206.



BAB 5

PERBAIKAN KUALITAS LAHAN POTENSIAL MELALUI PENGELOLAAN JERAMI PADI

Muhammad Alwi, Arifin Fahmi, dan Anna Hairani

Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

E-mail: alwi_62@yahoo.co.id

A. Ringkasan

Perbaikan kualitas lahan rawa pasang surut membutuhkan pemahaman tentang karakteristik lahan yang sangat beragam dan bersifat khas. Karakteristik lahan rawa pasang surut berkaitan sangat erat dengan aspek lahan dan hidrologi. Berdasarkan proses pembentukan tanah, permasalahannya dan memudahkan dalam pengelolaannya, lahan rawa pasang surut dibagi menjadi: (1) lahan salin; (2) potensial; (3) sulfat masam; dan (4) gambut. Sementara itu, berdasarkan jangkauan pasang dan surut air, lahan ini dibagi menjadi tipe luapan A, B, C, dan D. Lahan potensial adalah lahan rawa pasang surut yang mempunyai tingkat produktivitas optimal dengan sedikit faktor pembatas dalam pemanfaatannya sebagai lahan pertanian. Berdasarkan karakteristiknya, lahan ini dapat dibedakan menjadi lahan potensial-1 dan potensial-2. Lahan potensial-1 merupakan lahan potensial yang mempunyai lapisan bahan sulfidik dengan kedalaman > 100 cm, sedangkan lahan potensial-2 adalah lahan potensial yang mempunyai lapisan bahan sulfidik pada kedalaman > 50 cm. Lahan ini umumnya berada di sepanjang aliran sungai alami yang sering mengalami luapan air pasang dan termasuk

tipe luapan air A atau A/B. Kendala yang sering muncul jika lahan ini dijadikan lahan pertanian adalah salinitas, kemasaman, kahat hara, kekeringan, dan banjir. Pengelolaan jerami padi telah banyak diteliti dan dihasilkan teknologi yang memungkinkan untuk diterapkan secara lebih efektif. Namun, setiap hasil dari perubahan pola budidaya tanaman akan menimbulkan konsekuensi lain terhadap input maupun *output*, baik secara ekonomi ataupun lingkungan. Tulisan ini akan membahas pemberian bahan organik yang lebih difokuskan pada pengelolaan jerami padi sisa panen untuk perbaikan kualitas lahan, karena bahan organik ini merupakan bahan yang paling besar ketersediaannya di lahan potensial dan lebih ekonomis.

B. Pendahuluan

Pembangunan pertanian akan menghadapi tantangan yang berat, yakni kebutuhan pangan yang terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan penyempitan luas lahan pertanian akibat penggunaan non-pertanian. Sementara itu, produktivitas lahan pertanian telah mengalami penurunan akibat penggunaan lahan yang semakin intensif dan pemanfaatan jerami padi sisa panen untuk keperluan pakan ternak. Akibatnya ketersediaan hara tanah tidak berada dalam keseimbangan dan pencemaran lingkungan mulai terjadi di beberapa daerah sentra produksi pertanian (Mulyani, *et.al.*, 2011). Selain itu, degradasi lahan akibat salah kelola, konversi lahan pertanian ke non-pertanian, keterbatasan lahan untuk ekstensifikasi pertanian, tingginya kebutuhan input produksi terutama pada lahan suboptimal menambah panjangnya permasalahan yang harus ditanggulangi dan berdampak terhadap penurunan produktivitas pertanian (Mulyani dan Hidayat, 2010; Suyanto dan Zulkifli, 2010).

Lahan yang masih tersisa untuk pengembangan pertanian adalah lahan-lahan suboptimal, salah satunya adalah lahan potensial (lahan rawa pasang surut) memerlukan input tinggi dengan asesibilitas rendah (Markus Anda, *et.al.*, 2013; Masganti, 2013). Pemanfaatan lahan rawa pasang surut di Indonesia dimulai sejak ratusan tahun dan merupakan bagian dari pengembangan lahan gambut dan lahan sulfat masam untuk pertanian (Masganti, 2013). Ke depan pemanfaatan lahan rawa pasang surut memiliki posisi strategis dalam memenuhi kebutuhan lahan untuk

pertanian, namun perlu diidentifikasi terlebih dahulu karakteristik dan potensinya, agar pemanfaatannya optimal, berkelanjutan dan tidak merusak lingkungan.

Sebagian besar lahan pertanian di Indonesia kekurangan bahan organik. Julianto (2014) mengatakan bahwa saat ini hampir 65% lahan pertanian memiliki kandungan organik tanah rendah ($< 2\%$). Sementara 29% lahan memiliki kandungan organik sedang ($2\% - 3\%$) dan hanya 6% lahan memiliki kandungan organik tinggi di atas 3%. Padahal tanah dengan kandungan bahan organik kurang dari 2,5% akan menyebabkan proses pencucian hara sangat sulit dikendalikan dan penurunan bahan organik dari 3% menjadi 2% akan menurunkan kemampuan tanah dalam menyimpan unsur nitrogen sebanyak 900 kg/ha (Sipayung, 2010). Kondisi bahan organik yang rendah juga berdampak terhadap menurunnya efisiensi pemupukan, aktivitas mikroba tanah, dan meningkatnya kepadatan struktur tanah. Mengingat pentingnya bahan organik dalam tanah, pengembalian bahan organik dari sisa panen padi (jerami padi) merupakan keharusan dalam praktik setiap usaha tani.

Kemampuan bahan organik dalam memperbaiki kesuburan tanah tergantung dari sumber bahan organik yang digunakan (Markus Anda, *et.al.*, 2013). Jerami padi merupakan salah satu sumber bahan organik yang sangat penting dalam budi daya padi di lahan pasang surut. Wahida (2014) menyatakan bahwa tanaman padi di lahan pasang surut yang menggunakan kompos jerami padi sebagai bahan organik mempunyai produktivitas yang lebih tinggi (5,7 t/ha) dibandingkan tanpa kompos jerami padi (4,2 t/ha). Pemberian dekomposer diharapkan dapat mempercepat proses dekomposisi jerami padi sehingga nilai C/N lebih rendah. Kandungan hara yang terdapat pada jerami padi per ton adalah 19,6 kg N; 9,6 kg P; 22,2 kg K; 1 kg Ca; 0,9 kg Mg; 0,27 kg Fe; 0,002 kg Cu; 0,01 kg Zn; dan 0,08 kg Mn (Sitepu, *et.al.*, 2017). Permasalahan kandungan bahan organik pada lahan pertanian kurang dipahami oleh petani, sehingga tidak ada upaya petani untuk mengembalikan bahan organik ke dalam tanah. Sebenarnya petani padi dapat mengembalikan bahan organik secara langsung berupa jerami ke lahan sawahnya maupun tidak langsung berupa kompos jerami. Pemanfaatan jerami sisa panen padi untuk kompos secara bertahap dapat mengembalikan kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas lahan.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang pentingnya pengembalian bahan organik sisa panen (jerami padi) sebagai pupuk organik oleh petani dalam upaya kemandirian pupuk organik dan secara perlahan mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk anorganik.

C. Karakteristik Tanah di Lahan Potensial

Karakteristik lahan rawa pasang surut bersifat khas, baik ditinjau dari aspek tanah maupun aspek hidrologi. Kedua aspek tersebut memengaruhi potensi lahan untuk berbagai penggunaan. Keragaman tipologi lahan dan hidrologinya menyebabkan terjadinya keragaman tanah. Berdasarkan bahan induknya, tanah di lahan rawa dibedakan menjadi tanah mineral dan gambut. Kawasan lahan rawa pasang surut terdiri dari tanah mineral dan tanah gambut, yang masuk ke dalam tiga ordo tanah utama, yaitu (1) entisol; (2) inceptisol; dan (3) histosol.

Berdasarkan proses pembentukan tanah, permasalahannya dan untuk memudahkan dalam pengelolaannya, lahan rawa pasang surut dibagi ke dalam empat tipologi lahan utama, yaitu (1) lahan salin; (2) lahan potensial; (3) lahan sulfat masam; dan (4) lahan gambut (Mulyani dan Sarwani, 2013). Secara detail pembagian tipologi lahan potensial, karakteristik lahan dan klasifikasi tanahnya disajikan dalam Tabel 17.

Tabel 17. Pembagian Tipologi Lahan Potensial 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

Sumber: Mulyani dan Sarwani (2013)

Lahan potensial adalah salah satu tipologi lahan rawa pasang surut yang mempunyai produktivitas optimal dengan sedikit faktor pembatas dalam pemanfaatannya sebagai lahan pertanian. Berdasarkan karakteristiknya, lahan ini dapat dibedakan atas lahan potensial-1 dan potensial-2. Lahan potensial-1 merupakan lahan potensial yang

mempunyai lapisan bahan sulfidik dengan kedalaman >100 cm, sedangkan lahan potensial-2 adalah lahan potensial yang mempunyai lapisan bahan sulfidik dengan kedalaman >50 cm. Sebagian besar lahan tersebut merupakan endapan sungai atau endapan marin yang dilapisi endapan sungai pada lapisan atasnya sehingga lapisan sulfurik berada >50 cm dari permukaan tanah.

Lahan tersebut umumnya berada di sepanjang aliran sungai alami yang sering mengalami luapan air pasang dan termasuk tipe luapan air A atau A/B. Adanya luapan air sungai yang membawa hara tanah mengakibatkan lahan tersebut relatif subur, tetapi adanya pencucian karena gerakan pasang surut air mengakibatkan lahan ini miskin hara terutama hara yang mudah tercuci seperti N dan K. Selain itu, lahan potensial bisa juga berasal dari lahan sulfat masam yang telah mengalami pencucian intensif cukup lama sehingga lapisan 0–50 cm mempunyai pH >4,0. Lahan ini umumnya termasuk tipe luapan B dengan drainase yang lancar. Pencucian yang intensif mengakibatkan asam-asam dan ion toksik tercuci dari lahan, tetapi hara-hara tanah yang mudah tercuci juga ikut tercuci, karena itu lahan tersebut kahat hara, terutama N dan K.

D. Status Hara Lahan Potensial

Masalah yang dihadapi dalam pengembangan lahan rawa pasang surut dengan tipologi lahan potensial adalah ketersediaan hara tanah yang rendah. Oleh karena itu, pemupukan merupakan suatu keharusan bagi keberhasilan pertanian di lahan ini. Petani di lahan rawa pasang surut umumnya tidak memberikan pupuk pada lahan sawahnya secara lengkap dan seimbang, walaupun diberikan hanya sedikit dan satu jenis pupuk saja. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan petani tentang pemupukan sangat kurang sehingga hasil usaha tani yang diperoleh rendah. Menurut Dobermann dan Fairhurst (2000), pengelolaan hara yang tidak berimbang akan menurunkan hasil padi hingga 40% dan apabila disertai dengan pengelolaan tanaman yang tidak baik, maka kehilangan hasil padi dapat mencapai 60% dari potensi hasilnya. Oleh karena itu, pengelolaan hara dan tanaman perlu mendapatkan perhatian yang lebih baik.

Lahan rawa pasang surut dengan tipologi lahan potensial memiliki sifat spesifik sesuai dengan pemanfaatan lahan dan tipologinya. Pengembangan lahan ini untuk pertanaman padi dihadapkan pada beberapa kendala, antara lain: (1) kemasaman tanah; (2) pada kondisi reduktif kelarutan ion-ion besi ferro (Fe^{2+}), hidrogen (H^+), dan hidrogen sulfida (H_2S) tinggi; (3) pada kondisi oksidatif kelarutan ion aluminium (Al^{3+}) tinggi; dan (4) ketersediaan hara fosfor (P), kalium (K), dan nitrogen (N) rendah. Keracunan aluminium (Al) biasanya terjadi pada kondisi tanah kering disertai dengan kahat P, karena P diikat oleh Al menjadi Al-P yang tidak tersedia bagi tanaman. Keracunan Fe^{2+} umumnya terjadi pada tanah tergenang, sedangkan keracunan H_2S terjadi pada tanah tergenang dan banyak mengandung bahan organik. Kelarutan ion-ion Fe^{2+} , Al^{3+} , SO_4^{2-} dalam air mencapai puncaknya pada minggu-minggu awal musim hujan dan berangsur-angsur menurun sampai memasuki musim hujan.

Salinitas tanah dapat terjadi di lahan rawa pasang surut tipologi lahan potensial, terutama pada musim kemarau karena adanya intrusi air laut. Salinitas yang tinggi pada zona perakaran tanaman akan menghambat penyerapan air dan hara. Kemasaman tanah yang tinggi dapat memengaruhi keseimbangan reaksi kimia dalam tanah. Rendahnya tingkat kesuburan alami tanah di lahan rawa pasang surut berkaitan erat dengan karakteristik lahannya.

Hasil analisis tanah dari berbagai tipologi lahan dan tipe luapan air di lahan rawa pasang surut disajikan dalam Tabel 18. Tabel ini memperlihatkan bahwa tanah-tanah di lahan potensial tipe A memiliki tingkat kesuburan yang lebih baik dibandingkan dengan tanah-tanah di lahan sulfat masam dan gambut. Sementara itu, tanah-tanah di lahan sulfat masam tipe B memiliki tingkat kesuburan lebih baik dibandingkan tanah-tanah di tipe C.

Tabel 18. Sifat Kimia Tanah Kedalaman 0–30 cm di Berbagai Tipologi Lahan dan Tipe Luapan Air, Lahan Rawa Pasang Surut Sumsel, Kalsel, dan Kalteng

Sifat Kimia Tanah	Lahan Potensial Tipe A	Lahan Sulfat Masam			Lahan Gambut Tipe C
		Tipe B	Tipe C	Tipe B/C	
pH	5,31	3,94	3,70–3,69	3,46–4,74	4,30
C _{organik} (%)	4,55	9,75	7,10–7,50	46,97	-
N _{total} (%)	0,20	0,59	0,27–0,48	0,12–0,21	0,38
P ₂ O ₅ tersedia (ppm)	25,30	-	0,25–23,55	1,57	7,87
EC (uS cm ⁻¹)	561,50	172,0	301,0	40,00	-
Kation tertukar:					
K (cmol kg ⁻¹)	0,70	0,40	0,32	2,04	0,72
Na (cmol kg ⁻¹)	4,65	0,15	0,39	2,76	0,29
Al (cmol kg ⁻¹)	0,60	7,50	13,25	5,21	3,95
Kejenuhan basa (%)	81,00	26,00	-	4,40–8,78	-

Sumber: Noor (2004); Las, *et.al.* (2010)

Lahan potensial di Desa Karang Indah, Kecamatan Mandastana, Kabupaten Barito Kuala (Kalimantan Selatan) memiliki sifat kimia tanah, antara lain kemasaman tanah dan air rendah (pH 3,5–5,0), kedalaman pirit 60–100 cm, lapisan gambut tipis 0–40 cm, kahat hara makro (N, P, K, Ca, Mg), kahat hara mikro (Cu, Zn), kadar Al, Fe, dan H₂S tinggi, kapasitas tukar kation (KTK) rendah, dan basa-basa tertukar rendah (Nursyamsi, *et.al.*, 2014). Desa Terusan, Kecamatan Bataguh, Kabupaten Kapuas (Kalimantan Tengah) dengan tipologi lahan potensial dan sifat kimia tanah, antara lain kemasaman tanah dan air cukup rendah (pH 3,5–4,5), kedalaman pirit 60–100 cm, kahat hara makro (N, P, K, Ca, Mg), kadar Al, Fe, dan H₂S tinggi, KTK rendah, dan basa-basa tertukar rendah. Desa Telang, Kecamatan Telang, Kabupaten Banyuasin, Sumatra Selatan tipologi lahan di wilayah ini didominasi lahan potensial (66% dari luas delta) dan sebagian lahan sulfat masam dan lahan gambut dangkal. Tipe luapan sebagian besar masuk dalam tipe luapan B (72%) dan sebagian tipe luapan A (24%) dan luapan C (3%) dari total luas sekitar 14.910 ha. Kemasaman tanah dan air cukup rendah (pH 3,5–4,5), kedalaman pirit 60–100 cm, lapisan gambut tipis 0–40 cm, kahat hara makro

(N, P, K, Ca, Mg), kahat hara mikro (Cu, Zn), kadar Al, Fe, dan H_2S tinggi, KTK rendah, dan basa-basa tertukar rendah. UPT Telang I merupakan salah satu lokasi Proyek Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa (SWAMP-II) tahun 1983–1989 dan *Integrated Swamp Development Project* (ISDP) tahun 1994–1997. Daerah Telang merupakan salah satu sentra produksi padi di Provinsi Sumatera Selatan (Las, *et.al.*, 2010).

E. Pengelolaan Jerami Padi

Upaya pengelolaan jerami padi telah banyak diteliti dan dihasilkan teknologi yang memungkinkan untuk dimanfaatkan secara lebih efektif. Namun, tentunya setiap hasil dari perubahan pola budi daya tanaman akan menimbulkan konsekuensi lain terhadap input maupun *output*, baik secara ekonomi ataupun lingkungan. Walaupun perubahan sifat tanah ataupun pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh jenis amelioran, ameliorasi lahan ini akan lebih difokuskan pada pengelolaan jerami padi sisa panen karena bahan organik ini adalah bahan yang paling besar ketersediaannya di lahan rawa pasang surut tipologi lahan potensial, mudah dilakukan dan lebih ekonomis.

Jerami padi memiliki peranan yang penting terhadap sifat biologi, fisika, dan kimia tanah (Cayuela, *et.al.*, 2009; McIntyre, *et.al.*, 2009). Peranan bahan organik tersebut salah satunya dipengaruhi oleh cara pengelolaannya atau cara aplikasinya. Beberapa cara pengelolaan jerami padi, antara lain dibakar, dikembalikan ke lahan dalam bentuk kompos atau langsung dari sisa panen ataupun diangkut dari lahan. Semua kegiatan tersebut memiliki pengaruh yang berbeda terhadap tanah ataupun tanaman.

1. Jerami Dibakar

Bentuk utama jerami padi yang dikembalikan ke tanah adalah abu yang merupakan hasil pembakaran jerami padi di lapang setelah panen. Menurut Dobermann dan Fairhurst (2000), membakar jerami dapat secara efektif meningkatkan ketersediaan unsur kalium (K) karena jumlah K yang hilang relatif lebih kecil pada proses tersebut, tetapi dengan melakukan pembakaran jerami dapat dipastikan semua unsur nitrogen (N), 25% fosfor (P), dan 20% K hilang. Sehubungan dengan

larangan pembakaran jerami padi di sebagian besar negara penghasil padi, maka membakar jerami padi sisa panen dalam bentuk segar tidak dianjurkan. Hal ini terkait dengan manfaat jerami padi dalam meningkatkan kualitas tanah, dampak negatif terhadap lingkungan karena pelepasan gas rumah kaca (GRK) dan sangat tergantung pada pengelolaannya. Selain itu, pembakaran yang biasanya dilaksanakan di lahan pertanian akan mengakibatkan perubahan sifat fisik, kimia maupun biologi tanah (Jayakumar, 2012). Terbakarnya lahan akan mengganggu ekosistem biota tanah yang menerima panas dari pembakaran tersebut, kebakaran lahan dapat menyebabkan menurunnya aktivitas mikroorganisme tanah (Maksimova dan Abakumov, 2014).

2. Jerami Dikembalikan ke Lahan

Petani belum menyadari dan memahami kondisi lahannya yang kekurangan bahan organik dan belum mengetahui bahwa jerami padi merupakan sumber bahan organik. Setelah penyuluhan tentang dampak pembakaran jerami dan perlunya penambahan bahan organik ke lahan serta manfaat jerami sebagai kompos, petani berpartisipasi dalam pengelolaan limbah jerami padi. Jerami padi tidak dibakar lagi, melainkan dimanfaatkan sebagai kompos dan dikembalikan ke lahannya untuk menambah bahan organik tanah. Untuk mempercepat pengomposan, jerami harus dipotong (dirajang) menjadi ukuran lebih kecil. Kadangkang (2015) menyarankan pengolahan kompos jerami sebaiknya dicacah lebih dahulu supaya jerami dapat cepat terurai secara sempurna sehingga unsur-unsur hara segera dapat tersedia bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Untuk memotong jerami, petani diberi mesin pencacah jerami dari 10 kg jerami kering menghasilkan 8 kg cacahan. Selanjutnya difermentasi untuk pembuatan kompos dan pembuatan kompos secara insitu serta hasil kompos (Gambar 1).



Gambar 1. Pengelolaan Jerami Padi yang Biasanya Ditanam di Tanah Sawah

Metode di atas merupakan cara pengelolaan yang *indegeneous*, cara ini telah terbukti ramah lingkungan dan berkelanjutan. Bahan organik jerami padi yang diberikan dapat berupa kompos jerami, cara ini lebih menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman karena dengan mengembalikan jerami berarti kita telah mengembalikan unsur hara yang ada dalam jerami padi ke lahan. Menurut Dobermann dan Fairhurst (2000), setiap pengembalian 1 ton jerami akan mengembalikan 5–8 kg/ha N, 0,7–1,2 kg/ha P, dan 12–17 kg/ha K, dengan rata-rata jumlah jerami padi yang dihasilkan dalam satu musim tanam sekitar 5 t/ha, maka hal ini berpotensi meningkatkan efisiensi pemupukan. Cara lainnya adalah mengumpulkan jerami sisa panen dari lapang dan dicampur dengan input lain seperti kotoran ternak, pupuk hijau atau sampah rumah tangga untuk membuat kompos. Kompos ini lebih cepat terurai dan lebih tinggi kualitasnya dibandingkan dengan jerami padi segar. Contoh lain seperti penambahan cacing tanah dan mikroorganisme ke jerami padi untuk mempercepat dekomposisi menjadi vermikompos. Kompos dan vermikompos dapat dibuat dari

jerami segar, tetapi para petani umumnya lebih suka menggunakannya untuk tanaman bernilai ekonomi tinggi seperti sayuran daripada untuk tanaman padi (Haefele, *et.al.*, 2011).

Limbah jerami dapat juga dimanfaatkan sebagai pakan ternak, mulsa, bahan baku bioetanol, alas lantai kandang, bahan media jamur dan kompos. Kompos jerami berperan dalam menambah kadar bahan organik tanah sawah yang berdampak terhadap peningkatan produktivitas secara berkelanjutan. Jerami padi merupakan salah satu sumber unsur hara K yang murah dan mudah tersedia di lahan sawah, pengembalian jerami padi ke tanah dapat memenuhi sebagian hara K yang dibutuhkan tanaman. Mengingat sifat K yang mudah larut (mobil) dari dalam tanah, maka pemberian pupuk K perlu diberikan dalam dua jenis, yaitu pupuk KCl dalam bentuk anorganik dan kompos jerami dalam bentuk organik (Hartatik, 2009). Selain unsur hara makro, kompos jerami padi juga menyimpan berbagai unsur hara mikro yang tidak terdapat dalam pupuk anorganik. Kandungan beberapa unsur hara untuk 1 ton kompos jerami padi adalah unsur makro nitrogen (N) 2,11%, fosfor (P_2O_5) 0,64%, kalium (K_2O) 7,7%, kalsium (Ca) 4,2%, serta unsur mikro magnesium (Mg) 0,5%, Cu 20 ppm, Mn 684 ppm dan Zn 144 ppm (Suryani, 2014).

Pengomposan juga dapat dilakukan dengan penambahan dekomposer berbahan lokal buatan petani sendiri. Beberapa dekomposer mampu menurunkan rasio C/N jerami padi dari 32:1 menjadi kurang dari 25:1 setelah 2 minggu masa pengomposan. Namun, rasio C/N stabil untuk semua perlakuan dekomposer dicapai setelah minggu ke-4 dan ke-5 masa pengomposan dengan rasio C/N 10:1–16:1 (Husein dan Irawan, 2008). Secara alami, proses perombakan jerami padi membutuhkan waktu relatif lama (2–3 bulan), padahal tenggang waktu masa tanam berikutnya sangat singkat sehingga pembenaman jerami sebagai bahan organik sering dianggap kurang praktis dan tidak efisien. Sisworo (2016) menyatakan bahwa pengembalian jerami padi yang telah dikomposkan ke tanah sawah secara nyata dapat meningkatkan serapan N tanaman padi, baik musim hujan ataupun musim kemarau. Demikian pula hasil penelitian Cut Salbiah, *et.al.* (2013) menunjukkan bahwa kompos jerami berpengaruh sangat nyata terhadap C-organik tanah, N-total tanah, dan KTK tanah.

F. Siklus Hara

Jerami padi dapat meningkatkan kualitas tanah melalui peningkatan ketersediaan hara dan kandungan C organik tanah. Pengembalian jerami padi ke tanah telah terbukti dapat memengaruhi siklus hara dan kesuburan tanah (Yadvinder-Singh, *et.al.*, 2004). Jerami padi merupakan bahan organik utama yang tersedia bagi sebagian besar petani padi dan merupakan sumber penting unsur K. Pada saat panen jerami padi mengandung 0,57% N, 0,07% P_2O_5 , 1,5% K_2O , 0,1% (sulfur) S, dan 5% silikon (Si). Sementara Dobermann dan Fairhurst (2000) juga menunjukkan bahwa jerami padi saat panen dapat mengandung 0,5%–0,8% N, 0,07%–0,12% P_2O_5 , 1,16%–1,66% K_2O , 0,05%–0,1% S, dan 4%–7% Si. Ini berarti sekitar 40%, 30%–35%, 80%–85%, 40%–50%, dan 80%, masing-masing hara N, P_2O_5 , K_2O , S, dan Si yang dapat dikembalikan ke tanah. Selain itu, pengembalian jerami padi terbukti meningkatkan pH tanah, C-organik tanah, dan kandungan hara dibandingkan perlakuan kontrol pada penelitian yang dilakukan di Vietnam (Thanh, *et.al.*, 2016).

Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengembalian jerami padi akan meningkatkan kandungan C-organik tanah, pH, dan kandungan hara dibandingkan dengan penambahan abu hasil pembakaran jerami padi, meskipun peningkatan N kecil. Oleh karena kandungan N yang rendah pada jerami, maka jumlah yang ditambahkan untuk memenuhi kebutuhan tanaman perlu dalam jumlah besar. Masalahnya jerami padi harus dibusukkan dahulu baru unsur hara yang dikandungnya tersedia bagi tanaman, berarti laju dekomposisi dan suplai hara tergantung pada jenis tanah dan waktu. Misalnya, dalam satu penelitian pada tanah aluvial di Vietnam, sekitar 67% hingga 69% dari jerami padi telah membusuk pada saat tanaman telah mencapai matang fisiologis (Thuan dan Long, 2010).

Ketersediaan unsur hara dipengaruhi oleh kualitas jerami padi, jika kualitas jerami padi rendah dengan C:N rasio tinggi, mengakibatkan dekomposisi dan mineralisasi hara berjalan lambat. Kondisi ini menyebabkan ketersediaan hara bagi tanaman juga lambat (Thuy, *et.al.*, 2008). Nilai C:N rasio suatu bahan organik menentukan kualitasnya, nilai C:N rasio tinggi mencerminkan kualitas jerami padi rendah dan laju dekomposisi lambat, sedangkan nilai C:N rasio rendah mencerminkan

kualitas jerami padi tinggi dengan dekomposisi yang lebih cepat. Penambahan jerami padi pada lahan sawah akan mengakibatkan imobilisasi hara nitrogen, sehingga unsur ini tidak tersedia bagi tanaman dan memengaruhi hasil padi (Bird, *et.al.*, 2001). Selain kualitas jerami padi yang rendah, ketersediaan N juga dipengaruhi oleh akumulasi senyawa fenolik yang terbentuk dari hasil dekomposisi pada kondisi anaerobik (Olk, *et.al.*, 2006). Senyawa fenolik cenderung mengikat N dalam tanah sehingga tidak tersedia bagi tanaman.

Pengaruh pemberian jerami padi pada tanah sawah yang tergenang dalam jangka panjang dapat meningkatkan bahan organik tanah, N-total, dan aktivitas mikroba tanah (Yadvinder-Singh, *et.al.*, 2004). Pengembalian jerami padi sisa panen secara terus-menerus setiap musim tanam dapat meningkatkan ketersediaan N tanah untuk tanaman padi (Eagle, *et.al.*, 2000). Hasil penelitian di Vietnam menunjukkan bahwa ketersediaan N tanah meningkat dari 0,065% menjadi 0,085% setelah 9 musim tanam pengembalian jerami padi, sedangkan jerami padi yang dibawa ke luar lahan sawah akan menyebabkan penurunan ketersediaan N tanah (Thuan dan Long, 2010). Pemberian jerami padi yang terus-menerus setiap musim tanam, selain dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan ketersediaan N juga memberikan efek residu terhadap tanaman padi yang akan ditanam pada musim tanam selanjutnya (Bijay-Singh, *et.al.*, 2008). Thanh, *et.al.*, (2016) menyatakan bahwa pemberian jerami padi dalam jangka panjang dapat mengurangi kebutuhan pupuk N sekitar 20%.

Waktu pemberian jerami padi dan pengelolaan air merupakan hal penting dalam menentukan kadar hara tanah (Dobermann dan Fairhurst, 2002). Jerami padi sebaiknya ditanamkan pada tanah macak-macak minimal 3 minggu sebelum tanam agar jerami padi membusuk secara aerob. Hal ini bermanfaat untuk mengurangi efek negatif dari dekomposisi anaerobik yang menghasilkan asam-asam organik yang mengandung gugus fenol (Olk, *et.al.*, 2006), dan emisi metana (Sander, *et.al.*, 2014). Pemberian jerami padi dalam bentuk kompos lebih baik karena kompos terdekomposisi lebih cepat membusuk sebelum diaplikasikan ke tanah, memiliki ketersediaan unsur hara yang lebih besar dibandingkan jerami padi segar.

Jerami padi dapat berfungsi sebagai sumber S (sulfur) dalam keadaan di mana pupuk tanpa kandungan S digunakan (Dobermann

dan Fairhurst, 2002). Selain itu, juga berfungsi sebagai sumber unsur hara mikro seperti (Zn) seng, tetapi aplikasi jangka panjang dapat menurunkan ketersediaan Zn (Yadvinder-Singh, *et.al.*, 2005). Jerami padi juga penting untuk siklus P. Penelitian selama empat tahun di India, ketersediaan P menurun karena jerami padi dibakar (Gupta, *et.al.*, 2007). Dinamika hara P ditingkatkan dengan penambahan pupuk P. Gangwar, *et.al.* (2006) menyatakan bahwa ketersediaan P lebih besar pada saat jerami padi diberikan ke tanah dibanding dengan jerami dibawa ke luar selama 3 tahun. Penambahan jerami padi yang terus-menerus pada tanah yang terdegradasi di Distrik Soc Son, Hanoi mengakibatkan peningkatan pH tanah, kapasitas tukar kation, dan C-organik tanah setelah empat musim (Trinh, *et.al.*, 2011). Jerami padi juga dapat dibuat menjadi *biochar* yang memiliki pH tanah tinggi dan cenderung memiliki efek pengapuran pada tanah, bersifat stabil dan terurai perlahan, mengakibatkan peningkatan C-organik tanah. Kapasitas memegang air tanah dan unsur hara juga meningkat, kemungkinan karena sifat poros *biochar*, namun tidak langsung berpengaruh terhadap peningkatan hasil padi. Studi terpisah dilakukan di Provinsi Thai Binh, Hung Yen, dan Hai Duong, Delta Merah di Vietnam menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kesuburan tanah yang signifikan setelah penambahan jerami padi dan hasil dari jerami padi (*biochar* dan kompos dari jerami padi) (Trinh, *et.al.*, 2014).

Siklus kalium dipengaruhi oleh pengelolaan jerami padi, karena lebih dari 80% K yang diambil tanaman padi berasal dari jerami (Dobermann dan Fairhurst, 2000). Oleh karena itu, kekurangan K sering terjadi di tanah yang jerami padi tidak dikembalikan ke lahan. Whitbread, *et.al.* (2003) menghitung keseimbangan K dan S yang bernilai negatif saat jerami padi tidak dikembalikan ke lahan kasus di Thailand. Demikian pula, pengelolaan jerami padi memengaruhi Si, terbukti bermanfaat bagi pertumbuhan padi. Dinamika tanah dipengaruhi oleh pengelolaan jerami padi (Seyfferth, *et.al.*, 2013). Tanah di Vietnam kekurangan Si karena jerami padi tidak dikembalikan ke lahan, sedangkan di Filipina ketersediaan Si tinggi karena sisa tanaman dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas tanah (Settele, *et.al.*, 2018).

Mengangkut jerami padi keluar telah dipraktikkan secara luas di Asia Selatan dan dikaitkan dengan defisiensi K dan Si yang selanjutnya berpengaruh terhadap penurunan produktivitas padi (Wickramasinghe

dan Rowell, 2006). Pengangkutan jerami padi keluar menyebabkan banyak kerugian, baik langsung maupun tidak langsung dan berdampak pada ekosistem termasuk menipisnya C-organik tanah. Dampak langsung dari pengangkutan jerami padi keluar areal lahan sawah adalah masukan biomassa C rendah, pengurangan unsur hara dan penurunan sumber energi untuk biota tanah bersama dengan penurunan kualitas tanah (Vijayaprabhaka, *et.al.*, 2017).

G. Penutup

Berdasarkan aspek lahannya, lahan rawa pasang surut dibedakan atas lahan potensial, sulfat masam, salin dan gambut yang memiliki tingkat produktivitas dan kendala berbeda. Kendala biofisik yang umum dijumpai pada lahan potensial untuk pengembangan padi sawah adalah kemasaman tanah, kesuburan tanah rendah, salinitas tinggi terutama pada musim kemarau panjang dan banjir pada musim hujan.

Potensi lahan potensial sangat bergantung pada tipe luapan air serta teknik pengelolaan lahannya. Pada umumnya lahan potensial berada di wilayah tipe luapan air A memiliki tingkat kesuburan yang lebih baik dibandingkan dengan lahan sulfat masam. Sementara itu, tanah-tanah di lahan potensial tipe B memiliki tingkat kesuburan yang lebih baik dibandingkan dengan tanah-tanah di tipe C. Pengelolaan lahan potensial memerlukan teknologi spesifik lokasi. Melalui penerapan teknologi pengelolaan lahan dan air yang tepat sesuai karakteristiknya, maka pengembangan pertanian ke depan di lahan potensial sangat menjanjikan untuk menjadi areal pertanian produktif yang berkelanjutan.

Semakin banyak jerami dimasukkan ke persawahan akan lebih baik dibandingkan dengan hanya sebagian jerami yang dikembalikan, apalagi diangkut ke luar area persawahan. Banyak manfaat dari pengembalian jerami padi ke sawah, antara lain ketersediaan bahan organik tanah meningkat, aktivitas mikroba meningkat, ketersediaan hara tanah meningkat, struktur tanah menjadi gembur, dan aerasi tanah menjadi lebih baik. Hal yang perlu diperhatikan adalah waktu pemberian dan kondisi air di lahan sawah yang sesuai agar emisi GRK dapat dikurangi seminim mungkin.

Daftar Pustaka

- Singh, Bijay, Y. S. Shan, Sarah E. J. Beebout, & Yadvinder-Singh. 2008. "Crop residue management for lowland rice-based cropping systems in Asia". *Adv Agron*, 98:117-199.
- Bird, J. A., W. R. Horwath, A. J. Eagle, & Chris van Kessel. 2001. "Immobilization of Fertilizer Nitrogen in Rice". *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 65:1143-1152.
- Cayuela, M. L., T. Sinicco, & C. Mondini. 2009. "Mineralization Dynamics and Biochemical Properties During Initial Decomposition of Plant and Animal Residues In Soil". *Applied Soil Ecology*, 41: 118-127.
- Salbiah, Cut, Muyassir, & Sufardi. 2013. "Pemupukan KCl, Kompos Jerami Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan Dan Hasil Padi Sawah (*Oryza Sativa* L.)". *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, 2 (3): 213-222.
- Dobermann, A. & T. Fairhurst. 2000. *Rice; Nutrient Disorders and Nutrient Management*. Makati City, The Phillipines: IRRI, 191 p.
- Dobermann, A. & T. Fairhurst. 2002. "Rice Straw Management". *Better Crops Intl*, 16:7-11.
- Eagle, A. J., J. A. Bird, W. R. Horwath, B. A. Linquis, S. M. Brouder, J. E. Hill, & Chris van Kessel. 2000. "Rice Yield and Nitrogen Utilization Efficiency Under Alternative Straw Management Practices". *Agron. J.*, 92(6):1096-1103.
- Gangwar, K. S., K. K. Singh, S. K. Sharma, & O. K. Tomar. 2006. "Alternative Tillage and Crop Residue Management in Wheat After Rice in Sandy Loam Soils of Indo-Gangetic Plains". *Soil Tillage Res.*, 88:242-252.
- Gupta, R., J. K. Ladha, J. Singh, G. Singh, & H. Pathak. 2007. "Yield and Phosphorus Transformations in a Rice-Wheat System with Crop Residue and Phosphorus Management". *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 71:1500-1507.
- Haefele, S. M., Y. Konboon, W. Wongboon, S. Amarante, A. Maarifat, E. M. Pfeiffer, & C. Knoblauch. 2011. "Effects and Fate of Biochar from Rice Residues in Rice-Based Systems". *Field Crop Res.*, 121:430-440.

- Hartatik, W. 2009. "Jerami Dapat Mensubstitusi Pupuk KCl". *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, Vol. 31, No. 1. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta, hlm. 1-3.
- Husein, E. & Irawan. 2008. *Kompos Jerami, Pengomposan dan Karakteristik Kompos*. Jakarta: Balai Penelitian Tanah. Departemen Pertanian.
- Jayakumar, S. V. S. 2012. "Impact of Forest Fire on Physical, Chemical and Biological Properties of Soil: A review". In *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, Vol. 2 (3): 125-130, pp. 168-176.
- Julianto. 2014. "Lahan Pertanian Kritis Bahan Organik". *Tabloid Sinar Tani*. Diakses dari <http://tabloidsinartani.com/content/read/lahan-pertanian-kritis-bahan-organik/> (diakses pada Januari 2015).
- Kadengkang, I., Jeanne M. P., & Edy F. L. 2015. "Kajian Pemanfaatan Kompos Jerami sebagai Substitusi Pupuk NPK pada Pertumbuhan dan Produksi Padi Sistem IPAT-BO". *Jurnal Bios Logos*, 5 (2), 78-86. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Las, I., S. Rochayati, D. Setyorini, A. Mulyani, & D. Subardja. 2010. *Peta Potensi Penghematan Pupuk Anorganik dan Pengembangan Pupuk Organik pada Lahan Sawah di Indonesia*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Maksimova, E. & E. Abakumov. 2014. "Wildfire Effects on Biological Properties of Soils in Forest-Steppe Ecosystems of Russia". *Soil Earth Discussion*, 6: 71-90.
- Mandal, K. G., Arun K. Misra, K. M. Hati, K. K. Bandyopadhyay, P. K. Ghosh, & M. Mohanty. 2004. "Rice Residue-Management Options and Effects on Soil Properties and Crop Productivity". *J. Food Agric. Environ.*, 2:224-231.
- Markus, A., A. B. Siswanto, & R. E. Subandiono. 2013. "Properties of Organic and Acid Sulphate Soils and Water of a 'Reclaimed' Tidak Backswamp in Central Kalimantan, Indonesia". *Geoderma*, 149:54-65.
- Masganti. 2013. "Teknologi Inovatif Pengelolaan Lahan Suboptimal Gambut dan Sulfat Masam untuk Peningkatan Produksi Tanaman Pangan". *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 6(4):187-197.

- McIntyre, R. E. S., M. A. Adams, D. J. Ford, & P. F. Grierson. 2009. "Rewetting and Litter Addition Influence Mineralization and Microbial Communities in Soil From a Semi-Arid Intermittent Stream". *Soil Biology and Biochemistry*, 41: 92–101.
- Mulyani, A., S. Ritung, & I. Las. 2011. "Potensi dan Ketersediaan Sumberdaya Lahan untuk Mendukung Ketahanan Pangan". *Jurnal Penelit. dan Pengemb. Pertanian*, 30(2): 73–80.
- Mulyani, A., & A. Hidayat. 2010. "Kapasitas Produksi Bahan Pangan di Lahan Kering". Dalam Sumarno dan Nata Suharta (Eds.). *Analisis Sumber Daya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan*. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Mulyani, A. & M. Sarwani. 2013. "Karakteristik dan Potensi Lahan Sub Optimal untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 7 (1): 57-73. BBSDLP Bogor.
- Noor, M. 2004. *Lahan Rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Nursyamsi, D., M. Alwi, M. Noor, K. Anwar, E. Maftuah, I. Khairullah, I. Ar-Riza, S. Raihan, R. S. Simatupang, NoorGINAYUWATI, & A. Jumber. 2014. *Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Rawa Lebak Untuk Pertanian Berkelanjutan*. IAARD PRESS.
- Olk, D. C., K. G. Cassman, K. Schmidt-Rohr, M. M. Anders, J. D. Mao, & J. L. Deenik. 2006. "Chemical Stabilization of Soil Organic Nitrogen by Phenolic Lignin Residues in Anaerobic Agroecosystems". *Soil Biol. Biochem*, 38:3303–3312.
- Sander, B. O., M. Samson, & R. J. Buresh. 2014. "Methane and Nitrous Oxide Emissions from Flooded Rice Fields as Affected by Water and Straw Management Between Rice Crops". *Geoderma*, 235:355–362.
- Settele, J., K. L. Heong, I. Kühn, S. Klotz, J. H. Spangenberg, G. Arida, A. Beaupaire, S. Beck, E. Bergmeier, & B. Burkhard. 2018. "Rice Ecosystem Services in Southeast Asia". *Springer*, 2 (1): 57–66.
- Seyfferth, A. L., B. D. Kocar, J. A. Lee, & S. Fendorf. 2013. "Seasonal Dynamics of Dissolved Silicon in a Rice Cropping System After Straw Incorporation". *Geochim Cosmochim Acta*, 123:120–133.
- Sipayung, M.T.H. 2010. *Bertani Organik dengan Teknologi Biofob*. Yogyakarta: Lily Publisher.

- Sisworo, W.H. 2006. *Swasembada Pangan dan Pertanian Berkelanjutan. Tantangan Abad Dua Satu*. Jakarta: Badan Tenaga Nuklir Indonesia.
- Sitepu, R. B., I. Anas, & S. Djuniwati. 2017. "Pemanfaatan Jerami Sebagai Pupuk Organik untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa*)". *Buletin Tanah dan Lahan*, 1 (1): 100–108.
- Soil Survey Staff. 2010. *Keys to Soil Taxonomy*. Eleventh Edition. Handbook 336. Washington D. C.: Resource Conservation Service, USDA.
- Surekha, K., A. P. Kumari, M. N. Reddy, K. Satyanarayana, & P. S. Cruz. 2003. "Crop Residue Management to Sustain Soil Fertility and Irrigated Rice Yields". *Nutr Cycl Agroecosyst*, 67:145–154.
- Suryani, S. 2014. "Teknologi Pembuatan Kompos Jerami Padi". Diakses dari <http://www.perhiptani.org/berita-215-teknologipembuatan-kompos-jerami-padi.html> (diakses pada 30 Mei 2015).
- Suyamto & Zulkifli Zaini. 2010. "Kapasitas Produksi Bahan Pangan Pada Lahan Sawah Irigasi dan Tadah Hujan". Dalam Sumarno & Nata Suharta (Eds.). *Analisis Sumber Daya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan*. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Thanh, N. D., HTT Hoa, HC Hung, PTP Nhi, & DD Thuc. 2016. "Effect of Fertilizer on Rice Yield Improvement in Coastal Sandy Soil of Thua Thien Hue Province". *Hue Univ J Sci. Agric. Rural Dev.*, 119 p.
- Thuan, H. N., & DT Long. 2010. "Use Rice Straw from Previous Season for the Following Season on Degraded Soil, Bac Giang province, Vietnam". *J. Sci. Dev., Hanoi Agric University*, 8:843–849.
- Thuy, N. H., Yuhua Shan, Bijay-Singh, Z. Cai, Yadvinder-Singh, & Roland J. B. 2008. "Nitrogen Supply in Rice Based Cropping Systems as Affected by Crop Residue Management". *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 72:514–52.
- Trinh, M. V., V. Cuong, V. D. Quynh, & N. T. H. Thu. 2011. "Study to Produce Biochar from Rice Straw and Rice Husk to Enhance Soil Fertility, Crop Yield, and Mitigate GHG Emission". *J. Vietnam Agric. Sci. Technol*, 3: 27–33.

- Trinh, MV, Loan BTP, & Van The T (2014). "Developing crop residue collection, treatment of crop residue to reduce green house gas emission in rural area in Red River Delta, Report results of project from Ministry of Agriculture and Rural Development". 135 p.
- Arumugam, Vijayaprabhakar, Nalliah Durairaj S., & J. Vinoth. 2017. "Effect of Rice Straw Management Options on Soil Available Macro and Micro Nutrients in Succeeding Rice Field". *Intl. J. Chem Stud.*, 5:410–413.
- Wahida, A. Y. 2014. "Peran Bahan Organik dan Tata Air Mikro terhadap Kelarutan Besi, Emisi CH₄, Emisi CO₂, dan Produktivitas padi di Lahan Sulfat Masam". *Disertas*, Program Pascasarjana UGM Yogyakarta.
- Whitbread, A., G. Blair, Y. Konboon, R. Lefroy, K. Naklang. 2003. "Managing Crop Residues, Fertilizers and Leaf Litters to Improve Soil C, Nutrient Balances, and the Grain Yield of Rice and Wheat Cropping Systems in Thailand and Australia". *Agric Ecosyst Environ*, 100:251–263.
- Wickramasinghe, D. B., & D. L. Rowell. 2006. "The Release of Silicon from Amorphous Silica and Rice Straw in Sri Lankan Soils". *Biol. Fertil. Soils.*, 42:231–240.
- Singh, Yadvinder-Singh, Bijay-Singh, & J. Timsina. 2005. "Crop Residue Management for Nutrient Cycling and Improving Soil Productivity in Rice-Based Cropping Systems in the Tropics". *Adv. Agron.*, 85:269–407.
- Singh, Yadvinder, Bijay-Singh, J. K. Ladha, C. S. Khind, T. S. Khera, & C. S. Bueno. 2004. "Effects of Residue Decomposition on Productivity and Soil Fertility in Rice–Wheat Rotation". *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 68:854–864.



BAB 6

PENGELOLAAN TANAMAN PADI INHIBRIDA DI LAHAN SULFAT MASAM

Koesrini¹ dan Siti Nurzakiah²

¹Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian

²Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email: koesrini353@gmail.com

A. Ringkasan

Pengembangan pertanian diarahkan pada pemanfaatan lahan-lahan marginal seperti lahan rawa yang mempunyai potensi untuk diusahakan mengingat arealnya yang masih luas. Salah satunya pada program *Food Estate* di Kalimantan Tengah yang dilaksanakan di lahan rawa pasang surut tanah sulfat masam. Tanah sulfat masam di lahan rawa pasang surut memiliki potensi untuk pengembangan padi. Produktivitas tanah sulfat masam umumnya rendah, disebabkan oleh tingginya kemasaman tanah, kelarutan Fe, Al, Mn, serta rendahnya ketersediaan hara terutama P dan K, serta rendahnya kejenuhan basa yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Dengan pengelolaan lahan terpadu, meliputi penataan lahan; pengelolaan tanah, air, dan hara; penggunaan varietas yang adaptif; dan pengendalian OPT, lahan rawa pasang surut tanah sulfat masam mempunyai prospek untuk pengembangan pertanian. Dukungan teknologi untuk pemanfaatan lahan rawa sudah ada. Badan Litbang Pertanian melalui UPT Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa merilis teknologi pengelolaan lahan rawa, yaitu "Panca Kelola Lahan Rawa Pasang Surut". Pengembangan varietas padi (khususnya padi inbrida) sebagai

salah satu pilar teknologi tersebut menjadi program prioritas pemerintah. Fokus program pada padi inbrida karena untuk menghasilkannya lebih mudah dibandingkan varietas padi hibrida dan upaya perbanyakan benihnya juga lebih mudah. Varietas padi inbrida yang dikembangkan ada dua jenis, yaitu varietas padi untuk lahan rawa dan non-rawa. Pada pengembangan padi inbrida lahan rawa, diperlukan varietas yang adaptif terhadap cekaman lingkungan terutama keracunan besi dan aluminium serta cekaman air (kekeringan atau kebasahan). Penentuan waktu tanam yang tepat merupakan hal penting dalam budi daya padi. Kriteria yang umum digunakan untuk menentukan awal musim tanam padi di Indonesia adalah awal musim hujan (MH), yaitu jika jumlah curah hujan > 50 mm dalam tiga dasarian. Sistem informasi untuk penentuan waktu tanam padi di Indonesia adalah Kalender Tanam (Katam).

B. Pendahuluan

Pembangunan pertanian dihadapkan pada beberapa kendala dalam rangka mewujudkan pertanian yang berkelanjutan (*sustainable agriculture*), di antaranya semakin marak alih fungsi lahan yang berdampak terhadap penyusutan lahan pertanian dan ketersediaan pangan di Indonesia, walaupun hal tersebut tidak dapat dihindari karena semakin pesatnya pertumbuhan penduduk. Program Kementerian Pertanian tahun 2021 fokus pada penyediaan pangan bagi penduduk Indonesia yang diperkirakan sudah mencapai 271,35 juta jiwa (www.m.antaranews.com) dan diikuti daya saing pertanian agar dapat mengisi pasar ekspor. Dua pendekatan yang digunakan dalam melaksanakan kegiatan Kementan, yaitu pendekatan utama dan kegiatan pendukung. Badan Litbang Pertanian bertanggung jawab mendukung kegiatan utama melalui penguatan riset dan inovasi teknologi pertanian (BB Biogen, 2021).

Pengembangan *Food Estate* di Kalimantan Tengah, Sumatra Selatan, dan Papua merupakan kegiatan utama Kementan dalam upaya ketahanan pangan. Kegiatan ini diarahkan pada peningkatan produktivitas pangan melalui pemberdayaan transmigrasi atau petani eksisting dan investasi *small farming*. Pembangunan sarana dan prasarana, serta penerapan teknologi dilakukan untuk meningkatkan produksi pangan sebagai salah satu upaya penyediaan pangan nasional. Selain itu, dilakukan pula revitalisasi sistem melalui penguatan korporasi petani dan distribusi pangan. Dukungan teknologi tepat guna sangat diperlukan dalam pengembangan *Food Estate*.

Pengembangan padi pada program *Food Estate* di Kalimantan Tengah diarahkan pada lahan pasang surut yang sebagian bertanah sulfat masam. Tanah sulfat masam merupakan salah satu tipologi lahan rawa pasang surut yang memiliki potensi untuk pengembangan padi. Luas lahan sulfat masam mencapai 6,70 juta hektare (Nursyamsi, *et.al.*, 2014) dari total luas lahan rawa pasang surut (11,68 juta hektare) (BBSDL, 2020). Dari luasan tersebut masih banyak lahan yang belum dimanfaatkan, disebabkan masih terbatasnya sarana dan prasarana penunjang berupa pembangunan infrastruktur transportasi, jaringan tata air, SDM, dan kelembagaan yang masih belum optimal. Petani di daerah tersebut memerlukan bantuan untuk perbaikan sarana dan prasarana penunjang agar lahan dapat termanfaatkan secara optimal.

Penggunaan lahan yang sudah dimanfaatkan dan masih terlantar pada program *Food Estate* merupakan salah satu upaya pemerintah untuk memanfaatkan lahan rawa pasang surut yang sebagian besar bertanah sulfat masam, khususnya di *Food Estate* Kalimantan Tengah yang berlokasi di Belanti Siam (Kabupaten Pulang Pisau), Terusan Mulya, dan Dadahup (Kabupaten Kapuas). Lokasi Belanti Siam dan Terusan Mulya merupakan contoh lahan yang sudah dibudidayakan petani secara intensif dengan indeks pertanian (IP) 2 dengan pola tanam padi unggul, sedangkan di Dadahup sebagian besar masih IP 1 dengan bertanam padi lokal dan sebagian petani lainnya sudah ada yang menanam padi unggul inbrida dan hibrida. Perbedaan kesuburan tanah dan sarana prasarana serta pengelolaan air menyebabkan adanya perbedaan pemanfaatan lahan.

Pengembangan padi inbrida di lahan rawa pasang surut menjadi salah satu alternatif pemilihan jenis padi karena hasil padi tahun sebelumnya masih dapat digunakan untuk pertanaman musim berikutnya tentunya dengan adanya seleksi tanaman yang unggul. Petani dapat memproduksi benihnya sendiri atau membeli dari penangkar benih setempat. Sebaliknya penggunaan padi hibrida memerlukan benih yang baru setiap musimnya dengan cara membeli pada produsen benih padi hibrida. Hasil panen padi hibrida tidak dapat digunakan sebagai benih, karena hasil dan keragaan tanaman akan kurang optimal. Kelebihan padi hibrida keragaan hasilnya lebih tinggi dibandingkan padi inbrida.

Potensi lahan rawa pasang surut tanah sulfat masam untuk pengembangan padi inbrida menjadi alternatif pemerintah untuk

mendukung program ketahanan pangan nasional. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan lahan yang integral agar lahan pasang surut tanah sulfat masam menjadi lahan yang produktif.

Tujuan penulisan untuk merangkum hasil-hasil penelitian tentang pengelolaan hara dan tanaman padi inbrida di lahan sulfat masam, yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan acuan bagi peneliti, sivitas akademik petugas Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL), petani dan pihak terkait lainnya.

C. Lahan Sulfat Masam

Lahan sulfat masam mempunyai karakteristik yang spesifik terkait dengan sifat fisik lingkungannya, seperti kondisi hidrotopografi yang datar atau berupa cekungan (depresi); curah hujan tinggi; suhu tinggi; kelembapan tinggi; dan drainase yang buruk. Pengelolaan lahan pasang surut tanah sulfat masam untuk pertanian masih terkendala oleh sifat alami tanah itu sendiri, seperti adanya senyawa pirit (FeS_2) pada lapisan tanah. Tanah sulfat masam terbentuk dengan bahan dasar endapan marin yang kaya besi, sulfur, dan bahan organik. Akibat adanya pengaruh luapan sungai atau pantai, maka dalam satu periode waktu tertentu tanah sulfat masam secara alami dapat mengalami penggenangan/anaerob dan pengeringan/aerob. Pada kondisi anaerob, keberadaan besi, sulfur, bahan organik, dan kehadiran mikroorganisme dalam lapisan tanah akan membentuk senyawa pirit yang stabil pada kondisi reduktif. Kondisi reduktif dapat meningkatkan kelarutan Fe^{2+} (Dent, 1986).

Aktivitas pengelolaan lahan seperti pembuatan jaringan tata air yang mengabaikan prinsip pengelolaan air dapat menyebabkan penurunan muka air tanah drastis menyebabkan pirit teroksidasi. Oksidasi pirit dapat menurunkan pH tanah diikuti dengan melarutnya Fe^{3+} dan SO_4^{2-} sehingga keberadaannya di dalam larutan tanah meningkat. Proses tersebut dipercepat oleh bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* (Dent, 1986). Hal tersebut menyebabkan produktivitas lahan sulfat masam rendah karena tingginya kemasaman tanah, kelarutan Fe, Al, Mn, serta rendahnya ketersediaan hara terutama P dan K yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Dent, 1986). Oleh karena itu, pengelolaan air mempunyai peran penting dalam pengelolaan lahan sulfat masam.

Pengelolaan air dilakukan untuk membuang unsur-unsur meracun dan mempertahankan pirit tetap stabil pada kondisi reduktif.

Upaya perbaikan sarana prasarana terutama yang berhubungan dengan pengelolaan air dilakukan melalui pembangunan jaringan tata air, baik skala makro maupun skala mikro dengan mempertimbangkan kondisi lahan/topografi setempat (lebih spesifik lokasi). Selain itu, dilakukan pula pengelolaan hara melalui pemupukan (pupuk organik, anorganik, dan hayati) dan ameliorasi (bahan pembenah tanah, seperti kapur dan abu sekam), serta pengelolaan tanaman melalui pemilihan varietas adaptif, dan penggunaan benih bermutu. Penerapan teknologi budi daya yang tepat diharapkan dapat meningkatkan produktivitas padi di lahan sulfat masam.

D. Karakteristik Varietas Padi Inbrida

Varietas merupakan salah satu komponen teknologi yang berperan penting dalam mendukung keberhasilan pertanian. Terdapat dua jenis varietas padi, yaitu varietas padi inbrida dan hibrida. Varietas padi inbrida merupakan varietas yang dikembangkan dari satu tanaman melalui penyerbukan sendiri sehingga memiliki tingkat kemurnian atau homozigositas yang tinggi, sedangkan varietas padi hibrida merupakan varietas yang dikembangkan dari persilangan dua tetua yang mampu menunjukkan sifat superior (efek heterosis), terutama potensi hasilnya. Akan tetapi, efek heterosis ini akan hilang pada generasi berikutnya. Varietas padi inbrida lebih banyak dikembangkan daripada padi hibrida karena untuk menghasilkan benihnya lebih mudah dibandingkan padi hibrida. Pada saat ini varietas padi inbrida yang sudah dilepas pemerintah periode 2007–2019 untuk agroekosistem lahan kering, lahan sawah, lahan rawa sudah mencapai 71 varietas, sedangkan untuk varietas padi hibrida baru 26 varietas (Sasmitha, *et.al.*, 2020).

Pengembangan varietas padi inbrida lebih menjadi program prioritas pemerintah, karena untuk menghasilkan varietas unggul baru berdaya hasil tinggi dan upaya perbanyak benihnya juga lebih mudah dibandingkan dengan mendapatkan varietas padi hibrida. Varietas padi inbrida yang dikembangkan ada dua jenis, yaitu varietas padi untuk lahan rawa dan non-rawa. Seorang pemulia tanaman dalam merakit

varietas sudah menentukan sifat-sifat unggul yang akan diperoleh dari hasil persilangannya. Misalnya varietas padi toleran terhadap kemasaman tanah maupun keracunan besi.

1. Padi Rawa

Padi rawa yang dikembangkan harus memiliki keunggulan adaptasi di lahan rawa, seperti adaptasi terhadap kemasaman tanah; kekahatan hara; keracunan Fe, Al, dan Mn; serta cekaman lingkungan (kekeringan dan kebasahan/genangan). Pemulia padi rawa merancang persilangan dengan memasukkan gen ketahanan terhadap cekaman tersebut. Selain itu, padi rawa juga dirancang memiliki beberapa keunggulan karakteristik tanaman, seperti hasil tinggi; tidak mudah rebah; bentuk gabah dan tekstur nasi disukai konsumen; serta tahan terhadap organisme pengganggu utama di lahan rawa. Bentuk tanaman yang tegak, batang kokoh menjadi orientasi pemilihan varietas padi rawa. Sejak tahun 2008 varietas padi rawa yang sudah dilepas mencapai 11 varietas (Tabel 19). Varietas Inpara dikembangkan baik dari hasil persilangan (Inpara 1, Inpara 2, Inpara 3, Inpara 6, Inpara 7, Inpara 8 Agritan, dan Inpara 9 Agritan), maupun dari introduksi dari IRRI yang telah mengalami seleksi dan uji adaptasi (Inpara 4, Inpara 5, dan Purwa). Sebagian besar varietas Inpara memiliki toleransi terhadap cekaman Fe, kecuali varietas Inpara 4 dan Inpara 5. Kedua varietas ini memiliki ketahanan terhadap cekaman genangan pada fase vegetatif.

Tabel 19. Deskripsi Varietas Padi Rawa

Sifat	Varietas					
	Inpara 1	Inpara 2	Inpara 3	Inpara 4	Inpara 5	Inpara 6
Asal persilangan	Batang Ombilin/ IR9884-54-3	Pucuk/Cisang garung/Sita	IR69256/IR43524- 55-1-3-2	Introduksi dari IRRI	Introduksi dari IRRI	IR64/IRBB21/ IR51672
Umur tanaman (hari)	131	128	127	135	115	117
Bentuk tanaman	Tegak	Tegak	Tegak	Tegak	Tegak	Tegak
Tinggi tanaman (cm)	111	103	108	94	92	99
Kerebahan	Sedang	Sedang	Sedang	Tahan	Sedang	Tahan
Kerontokan	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
Bentuk gabah	Sedang	Sedang	Ramping	Sedang	Ramping	Sedang
Tekstur nasi	Pera	Pulen	Pera	Pera	Sedang	Sedang
Kadar amilosa (%)	27,9	22,1	28,6	29	25,2	24,0
Indeks glikemik	-	-	59,2	50,9	59	-
Berat 1000 butir (g)	23,3	25,6	25,7	19,5	25	26
Rata-2 hasil (t/ha)	5,0	5,1	4,6	4,7	4,5	4,7
Potensi hasil (t/ha)	6,47	6,08	5,6	7,6	7,2	6,0
Ketahanan terhadap cekaman abiotik	Toleran keracunan Fe dan Al	Toleran keracunan Fe dan Al	Toleran keracunan Fe dan Al, rendaman 6 hari fase veg.	Toleran rendaman 14 hari fase vegetatif	Toleran rendaman 14 hari fase veg.	Toleran keracunan Fe
Anjuran tanam	Pasang surut dan lebak	Pasang surut dan lebak	Pasang surut, lebak sawah irigasi	Pasang surut, lebak, sawah rawan banjir	Lebak dangkal dan sawah rawan banjir	Pasang surut potensial dan lebak

Sifat	Varietas					
	Inpara 1	Inpara 2	Inpara 3	Inpara 4	Inpara 5	Inpara 6
Pemulia	B. Kustianto, dkk.	Bambang Kustianto, dkk.	Hamdan Pane, dkk.	D.J. Mackill, dkk.	D.J. Mackill, dkk.	A. Hairmansis, dkk.
Dilepas tahun	2008	2008	2008	2010	2010	2010
Sifat	Inpara 7	Inpara 8 Agritan	Inpara 9 Agritan	Inpara 10 BLB	Purwa	
Asal persilangan	Bio 12/beras merah	B10597F-KN-18/ B10600F-KN-7	Mesir/IR60080-23	Pokhali/Conde// B11578E-MR-B-17-/ Iuf5-10	Introduksi dari IRRI (TDKI/ IR40931//3*TDKI)	
Umur tanaman (hari)	114	115	114	126	121	
Bentuk tanaman	Tegak	Tegak	Tegak	Tegak	Tegak	
Tinggi tanaman (cm)	88	107	107	101	105	
Kerebahan	Sedang-tahan	Tahan	Tahan	Tahan	Tahan	
Kerontokan	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	
Bentuk gabah	Ramping	Medium	Ramping	Ramping	Ramping	
Tekstur nasi	Pulen	Pera	Pera	Sedang	Ketan	

Sifat	Varietas					
	Inpara 1	Inpara 2	Inpara 3	Inpara 4	Inpara 5	Inpara 6
Kadar amilosa (%)	20,0	28,5	25,2	24,9	3,8	
Indeks glikemik	-	-	-	-	-	
Berat 1000 butir (g)	24	27,2	25,2	26,3	28,8	
Rata-rata hasil (t/ha)	4,5	4,7	4,2	5,0	4,9	
Potensi hasil (t/ha)	5,1	6,0	5,6	6,8	6,7	
Ketahanan terhadap cekaman abiotik	Agak toleran Fe dan Al	Toleran keracunan Fe	Toleran keracunan Fe	Toleran keracunan Fe	Agak toleran keracunan Fe, agak toleran cekaman salinitas fase veg., agak toleran genangan fase vegetatif	
Anjuran tanam	Pasang surut dan lebak	Pasang surut, lebak dangkal dan tengahan	Pasang surut, lebak dangkal, dan tengahan	Pasang surut dan lebak	Pasang surut dan lebak	
Pemulia	Suwarno, dkk.	Suwarno, dkk.	Suwarno, dkk.	Indrastuti A. Rumanti, dkk.	D.J. Mackill, dkk.	
Dilepas tahun	2012	2014	2014	2018	2018	

Sumber: BB Padi (2020)

2. Padi Non-Rawa

Padi inbrida non-rawa pada umumnya untuk adaptasi di lahan kering, tadah hujan, dan sawah irigasi, tetapi mempunyai adaptasi yang baik juga di lahan rawa yang sudah diperbaiki kesuburan tanahnya. Padi non-rawa memiliki beragam keunggulan di antaranya potensi hasil tinggi, tekstur nasi disukai konsumen, ketahanan terhadap OPT, memiliki adaptasi sesuai agroekosistem, mempunyai karakteristik khusus (aroma wangi, mengandung zat gizi tertentu, warna beras). Beberapa varietas padi non-rawa yang memiliki adaptasi yang baik di lahan rawa lebak adalah Ciherang dan Mekongga, sedangkan untuk lahan rawa pasang surut yang sudah diperbaiki kesuburan tanahnya, varietas Inpari 32 dan Inpari 42. Deskripsi beberapa varietas padi inbrida non-rawa yang banyak dikembangkan petani tercantum pada Tabel 20.

Tabel 20. Deskripsi Beberapa Padi Inbrida Non-Rawa yang Banyak Dikembangkan Petani di Lahan Rawa

Sifat	Varietas			
	Ciherang	Mekongga	Inpari 32 HDB	Inpari 42 Agritan GSR
Asal persilangan	IR18349- 53-1-3-1-3/ IR19661-131- 3-1//IR19661- 131-3-1-/// IR64////IR64	A2790/2*IR64	Ciherang/ IRBB64	Huangxinzhan/ Fenghuazhan
Umur tanaman (hari)	116–125	116–125	120	112
Bentuk tanaman	Tegak	Tegak	Tegak	Tegak
Tinggi tanaman (cm)	107–115	91–106	97	93
Kerebahan	Sedang	-	Agak tahan	Tahan
Kerontokan	Sedang	Sedang	Sedang	Mudah
Bentuk gabah	Panjang ramping	Ramping panjang	Sedang	Ramping
Tekstur nasi	Pulen	Pulen	Sedang	Pulen
Kadar amilosa (%)	23	23	23,46	18,84
Indeks glikemik	54,9	88	-	-
Berat 1000 butir (g)	-	-	27,1	24,41
Rata-rata hasil (t/ha)	5-7	6	6,3	7,11
Potensi hasil (t/ha)	-	-	8,42	10,58
Ketahanan terhadap cekaman abiotik	-	-	-	-
Anjuran tanam	Sawah irigasi <500 m dpl	Sawah irigasi <500 m dpl	Dataran rendah <600 m dpl	Sawah 0–600 m dpl
Pemulia	Tarjat T., dkk.	Z.A. Simanullang	Aan A Darajad	Zi Kang Li, dkk.
Dilepas tahun	2000	2004	2013	2016

E. Pengelolaan Tanaman Padi Inbrida

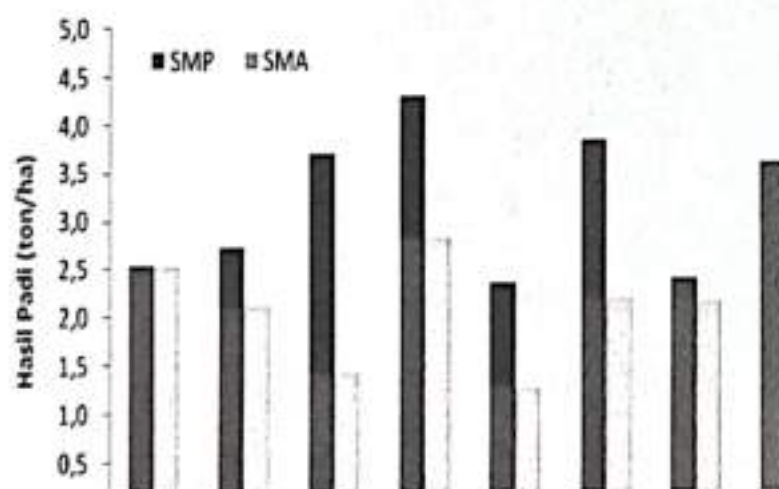
1. Pemilihan Varietas Adaptif dan Benih Bermutu

Pengembangan padi di lahan rawa pasang surut memerlukan varietas yang adaptif, terutama terhadap keracunan besi, aluminium, dan cekaman air. Masalah tersebut menjadi faktor pembatas pengembangan

padi di lahan rawa pasang surut. Virmani (1977) melaporkan penurunan hasil padi akibat keracunan besi pada varietas peka dapat mencapai 75% dan varietas toleran 30%. Koesrini, *et.al.* (2017) juga melaporkan hal yang senada bahwa penggunaan varietas peka dapat menurunkan hasil padi sampai 75%, sedangkan varietas toleran hanya 39,1%. Oleh karena itu, penggunaan varietas adaptif mutlak diperlukan untuk penanaman padi di lahan rawa pasang surut.

Pemilihan varietas yang tepat pada suatu kawasan lahan rawa memerlukan uji adaptasi sebagai langkah awal untuk menentukan varietas adaptif. Tidak semua varietas padi rawa yang dilepas memiliki adaptasi yang sama di lahan rawa. Hal ini tecermin dari hasil uji adaptasi beberapa varietas padi rawa di dua tipologi lahan rawa, yaitu lahan sulfat masam potensial (SMP) dan aktual (SMA). Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan adaptasi (Gambar 2).

Penggunaan benih bermutu suatu keharusan untuk mendapatkan hasil maksimal. Benih bermutu adalah benih berlabel dengan tingkat kemurnian dan daya tumbuh tinggi. Ciri benih bermutu, yaitu benih murni dari suatu varietas yang telah dilepas; bentuk dan ukuran biji normal serta seragam; daya tumbuh baik dan benih sehat (bebas dari OPT dan biji gulma). Kriteria benih bermutu pada Tabel 21. Manfaat menggunakan benih bermutu adalah bila benih disemai dapat menghasilkan bibit yang vigor dan sehat dan ketika ditanam bibit tumbuh lebih kuat dan cepat menghasilkan anakan, pertanaman lebih serempak dengan populasi tanaman optimum sehingga mendapatkan hasil yang optimal.



Gambar 2. Keragaan Hasil Beberapa Varietas Inpara di Lahan Sulfat Masam Potensial (Desa Karang Bunga) dan Aktual (Desa Barambai Kolam Kiri), Kabupaten Barito Kuala, MK 2016

Tabel 21. Kriteria Benih Bermutu Berdasarkan Kelas Benih

Kelas Benih	Kadar Air (max,%)	Benih Murni (%)	Kotoran Benih (%)	Beni Gulma (max,%)	Beni Tanaman Lain (%)	Daya Tumbuh (%)
Benih Penjenis	13,0	99,0	1,0	0,0	0,0	80
Benih Dasar	13,0	99,0	1,0	0,0	0,0	80
Benih Pokok	13,0	98,0	2,0	0,0	0,2	80
Benih Sebar	13,0	98,0	2,0	0,0	0,2	80

Sumber: Kepmentan No. 355/HK.130/C/05/2015

2. Penentuan Waktu Tanam

Petani pada umumnya menentukan waktu tanam dengan berdasarkan Pranata Mangsa yang merupakan sistem penanggalan atau kalender yang dikaitkan dengan aktivitas pertanian, khususnya untuk kepentingan bercocok tanam atau penangkapan ikan. Kalender Pranata Mangsa disusun berdasarkan pada peredaran matahari. Kalender ini memiliki 1 siklus (setahun) dengan periode 365 hari atau 366 hari. Kalender ini memuat berbagai aspek fenologi dan gejala alam lainnya yang dimanfaatkan sebagai pedoman dalam kegiatan usaha tani maupun persiapan diri menghadapi bencana (kekeringan, wabah penyakit, serangan pengganggu tanaman, atau banjir) yang mungkin timbul pada waktu-waktu tertentu. Seiring dengan perubahan iklim terjadi perubahan gejala alam yang berdampak terhadap perubahan waktu tanam petani.

Kalender Pranata Mangsa ini masih digunakan sebagai dasar penentuan waktu tanam petani sampai sekarang, meskipun terjadi penyesuaian. Pada saat ini, awal musim tanam umumnya ditentukan berdasarkan awal musim hujan (MH) dan musim kemarau (MK) yang ditetapkan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG). Musim hujan sebagai kejadian tiga kali dasarian hujan >50 mm berurutan sehingga masuknya awal musim hujan adalah dasarian pertama di mana hujan >50 mm. Kriteria awal MK adalah kejadian tiga kali dasarian hujan <50 mm. Syahbuddin, *et.al.* (2013) menentukan awal tanam potensial apabila curah hujan telah melebihi 35 mm/dasarian selama tiga dasarian berturut-turut mulai bulan September. Namun, dari beberapa kriteria penentuan waktu tanam tersebut, kriteria jumlah curah hujan saja tidak cukup untuk menentukan awal musim tanam (MT) karena kondisi

hujan selama MT sangat menentukan kondisi pertanaman. Kriteria yang umum digunakan untuk menentukan awal musim tanam padi di Indonesia adalah awal musim hujan (MH), yaitu jika jumlah curah hujan > 50 mm dalam tiga dasarian. Sistem informasi untuk penentuan waktu tanam padi di Indonesia adalah Kalender Tanam (Katam).

3. Teknologi Penyiapan Benih dan Pembuatan Persemaian

Benih sebelum disemai sebaiknya dilakukan seleksi dengan cara direndam ke dalam wadah berisi air dengan volume 2 kali volume benih, kemudian benih yang terapung dibuang. Benih-benih yang tenggelam direndam selama 24 jam, kemudian diangkat dan diberi *seed treatment* dan diperam selama 24 jam. Benih yang sudah mulai berkecambah segera disebar ke tempat persemaian yang sudah disiapkan.

Pembuatan persemaian dapat dilakukan secara persemaian basah di sawah atau persemaian kering di surjan. Pemilihan jenis persemaian disesuaikan dengan kondisi lahan. Pada persemaian basah, lahan perlu dibuat bedengan dengan lebar 2 m dan panjang menyesuaikan panjang lahan. Bedengan diolah tanahnya, kemudian diberi kapur dan pupuk kandang dengan takaran 0,5 t/ha kapur dan 1,0 t/ha pupuk kandang. Kemudian kedua amelioran tersebut diratakan pada seluruh bedengan persemaian dan dibiarkan 1 minggu. Setelah satu minggu sebelum sebar benih, dipastikan kondisi bedengan macak-macak, agar benih dapat tumbuh dengan baik. Sebelum penyebaran benih perlu dilakukan pemberian karbofuran pada bedengan untuk menghindari serangan serangga yang akan memakan benih. Benih yang sudah disiapkan disebar merata dengan kepadatan $62,5 \text{ g/m}^2$ atau keperluan benih 25 kg/ha. Tata cara persemaian kering sama dengan persemaian basah, hanya pelaksanaan persemaian dilakukan di surjan pada kondisi kering. Pada lokasi yang rawan serangan tikus, perlu dipasang pagar plastik untuk menghindari serangan tikus.

Pemeliharaan persemaian meliputi pemupukan urea dengan takaran 5 g/m^2 pada 7 hari setelah sebar; pada persemaian basah dilakukan pengairan agar tanah di persemaian tetap macak-macak, sedangkan pada persemaian kering, pengairan untuk menjaga kondisi tanah lembap; pengendalian gulma yang tumbuh; dan pengendalian OPT (disesuaikan dengan kondisi lapang). Bibit siap tanam umur 20–25 HST.

4. Teknik Tanam Pindah

Teknik tanam pindah merupakan teknik yang biasa digunakan petani untuk menanam padi, baik padi lokal maupun padi unggul. Dengan teknik ini populasi tanaman dapat diatur dengan mengatur jarak tanam yang digunakan. Petani biasanya menggunakan tanam pindah dengan jarak tanam 25 cm ' 25 cm dengan populasi 160.000 rumpun per hektare. Peningkatan populasi dapat dilakukan dengan mengatur jarak tanam. Modifikasi teknik tanam pindah dengan jarak legowo 2:1 (50 cm ' 25 cm ' 12,5 cm) meningkatkan populasi tanam menjadi 213.333 rumpun per hektare (Ikwani, *et.al.*, 2013). Sistem tanam pindah memerlukan bibit (semai) yang sehat dan baik. Oleh karena itu, untuk mendapatkan bibit/baik benih padi yang akan ditanam terlebih dahulu disemai. Persemaian dapat dilakukan dengan dua cara, yakni semai basah dan semai kering (Gambar 3).

Sistem tanam jarak legowo dikembangkan dari sistem tanam tegel yang telah berkembang di masyarakat. Pada prinsipnya sistem tanam jarak legowo memanipulasi tata letak tanaman sehingga sebagian besar tanaman menjadi tanaman pinggir. Barisan tanaman pinggir dapat memanfaatkan sinar matahari secara optimal. Sistem tanam legowo ditinjau dari pertumbuhan tanaman dan hasil padi, semakin banyak intensitas sinar matahari yang mengenai tanaman, maka proses metabolisme terutama fotosintesis di daun akan semakin tinggi dan berpengaruh terhadap lebih tingginya produksi biomassa, lebih banyaknya malai per satuan luas dan lebih tingginya persentase gabah isi (Wang, *et.al.*, 2013). Meskipun memiliki berbagai keuntungan, sistem tanam legowo belum sepenuhnya dapat diadopsi oleh petani. Hal ini dapat disebabkan oleh terbatasnya tenaga kerja, ketersediaan benih yang tidak selalu tersedia, mudah tidaknya operasional di lapang (ada/tidak ada lorong), dan kondisi wilayah.



Gambar 3. Teknologi Penyiapan Benih dan Persemaian Kering (Kiri) dan Basah (Kanan)

Sumber: Dokumen pribadi

Peningkatan populasi tanaman dengan modifikasi teknik tanam pindah tidak selalu dapat meningkatkan hasil panen. Peningkatan populasi hingga ≥ 250.000 rumpun per ha tidak lagi meningkatkan hasil tanaman padi secara nyata. Menurut Mondal dan Puteh (2013), jarak tanam padi yang lebih rapat dari 20 cm ' 20 cm dapat menurunkan jumlah anakan produktif atau jumlah malai per rumpun, diduga disebabkan kompetisi tanaman terhadap beberapa faktor terutama keperluan unsur hara. Pada kondisi tertentu dapat menyebabkan terjadinya peningkatan malai yang tidak keluar secara sempurna.

5. Teknik Tanam Tabela dan Atabela

Tanam Benih Langsung (Tabela) merupakan sistem pertanaman padi dengan tidak melakukan tanam pindah, tetapi benih ditabur secara langsung. Hal ini dilakukan karena kurangnya tenaga kerja sehingga pada teknik tabela tidak ada pembuatan persemaian dan tidak melakukan pertanaman. Konsekuensi dengan tidak adanya persemaian, maka kebutuhan akan benih meningkat karena benih disebar dengan dihamburkan. Kebutuhan benih berkisar antara 50–60 kg/ha, atau 1,5–2 kali lipat dibandingkan dengan sistem tanam pindah. Sistem tabela sebaiknya diterapkan pada lahan dengan tanah sempurna dan tidak tergenang (macak-macak).

Pengolahan tanah yang sempurna menciptakan suatu kondisi yang kondusif bagi perkecambahan benih padi sehingga diharapkan pertumbuhannya seragam. Tanam benih langsung sebagai alternatif

teknik budi daya padi yang umumnya dilakukan secara konvensional. Budi daya padi secara konvensional memerlukan banyak tenaga kerja, tidak menghemat waktu dan meningkatnya biaya produksi. Oleh karena itu, perlu adanya sebuah solusi alternatif untuk dapat menghemat penggunaan tenaga kerja, waktu, dan biaya produksi serta turut mendukung program intensifikasi pertanian di lahan rawa, salah satunya dengan menggunakan teknik tanam tabela. Populasi tanaman dapat diatur dengan cara penerapan legowo 2:1 atau 4:1, dengan 2–4 benih per lubang tanam. Tabela Super Jajar Legowo bisa menghabiskan benih sekitar 25–40 kg/hektare.

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian sebagai salah satu UPT Kementerian Pertanian membuat teknologi alsintan tepat guna dan dapat diadopsi petani sekaligus mampu meningkatkan produksi padi, yaitu dibuatnya Alat Tanam Benih Langsung (Atabela) 8 baris tanam (Gambar 4). Atabela tersebut didesain untuk menghasilkan 8 baris tanam jajar legowo dengan jarak ($20 \times 10 \times 40$) dan ditarik dengan traktor roda dua ukuran 6,5–8,5 *horsepower*. Alat ini merupakan hasil modifikasi alat tanam yang sudah ada, dengan mengoptimalkan keberadaan traktor roda 2 yang banyak terdapat di lapangan atau dimiliki petani. Teknologi ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas, menekan biaya produksi, meminimalkan penggunaan air, dan umur panen lebih cepat sehingga diharapkan dapat meningkatkan pendapatan petani secara signifikan. Beberapa hal yang perlu diketahui dalam penggunaan air pada area persawahan di antaranya adalah jumlah air haruslah dapat menggenangi sawah dengan merata, dan setelah penanaman, sawah harus dikeringkan 2–3 hari sedikit demi sedikit.



Gambar 4. Desain Atabela untuk Lahan Pasang Surut

Sumber: BBP Mektan (2021)

6. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman

Pengendalian organisme pengganggu tanaman, yakni hama, penyakit, dan tumbuhan pengganggu (gulma) dilakukan dengan mengacu pada konsep strategi pengendalian hama terpadu (PHT), yaitu melalui penggunaan varietas yang adaptif, musuh alami, dan teknik budi daya yang tepat. Penggunaan pestisida kimia sebagai tindakan akhir.

Hama utama tanaman padi di lahan pasang surut adalah tikus, hama putih palsu, walang sangit, dan keong mas. Strategi pengendalian hama tikus didasarkan pada kombinasi tindakan pengendalian berbasis stadia umur tanaman dan kondisi persawahan. Pengendalian terhadap hama putih palsu dan hama putih menggunakan pestisida. Hama walang sangit dikendalikan menggunakan keong busuk sebagai perangkap. Khusus untuk hama keong mas, strategi dan taktik pengendaliannya dilakukan secara terpadu melalui pengambilan secara manual dan muluskasida.

Penyakit yang banyak menyerang padi adalah blas. Blas dapat dikendalikan dengan cara penggunaan varietas toleran, menghindari pemakaian benih dari daerah yang terkontaminasi, pemupukan berimbang, dan perawatan benih menggunakan fungisida. Keberhasilan pengendalian hama dan penyakit memerlukan dukungan fasilitas penunjang dan dukungan aparatur negara.

Di sawah pasang surut, tumbuhan pengganggu (gulma) tumbuhnya cepat dan sangat subur sehingga menjadi kompetitor bagi tanaman padi terhadap penyerapan unsur hara dan sinar matahari. Gulma di lahan rawa pasang surut tumbuhnya sangat cepat, subur, dan beragam, bisa melebihi pertumbuhan tanaman padi. Gulma yang tumbuh bersama-sama tanaman padi selain sebagai kompetitor bisa menjadi inang bagi hama dan penyakit tanaman, oleh karena itu gulma perlu dikendalikan pertumbuhannya supaya tidak menurunkan hasil tanaman padi. Ambang toleransi tanaman padi terhadap pertumbuhan gulma adalah pada penutupan < 25% pada periode pertumbuhan tanaman padi sampai berumur 45 hari setelah tanam. Apabila pertumbuhan gulma telah di atas ambang toleransi tanaman, segera dilakukan pengendalian (Simatupang, *et.al.*, 2015).

7. Panen dan Pasca Panen

Salah satu bagian penting dalam budi daya padi adalah penanganan panen dan pasca-panen. Kedua hal tersebut menentukan kehilangan hasil padi dan mutu gabah/beras. Prioritas perbaikan dilakukan terhadap aktivitas pemanenan, perontokan, dan pengeringan karena tahapan-tahapan tersebut bila tidak dilakukan dengan tepat dapat menurunkan hasil atau terjadi kehilangan hasil yang tinggi.

a. Panen

Pemanenan padi harus dilakukan pada umur panen yang tepat karena akan memengaruhi kualitas dan kuantitas gabah. Panen merupakan kegiatan akhir dari proses produksi di lapangan. Pemanenan padi dapat dilakukan secara manual dengan sabit biasa/bergerigi atau secara mekanis menggunakan *reaper*, *stripper*, dan *combine harvester*. Penggunaan alat panen *combine harvester* dapat mempercepat proses panen dan pasca-panen, menekan biaya, dan meningkatkan mutu hasil. Penentuan saat panen dapat dilakukan berdasarkan pengamatan visual dengan melihat kenampakan padi pada hamparan lahan sawah (90% sampai 95% butir gabah pada malai padi sudah berwarna kuning atau kuning keemasan), pengamatan teoretis dengan melihat deskripsi varietas padi (umur panen padi adalah 30 sampai 35 hari setelah berbunga) dan mengukur kadar air gabah (22%–23% pada musim kemarau, dan 24%–26% pada musim penghujan).

b. Perontokan dan Pembersihan Gabah

Perontokan dilakukan setelah padi dipanen secara manual ataupun dengan menggunakan mesin perontok padi, setelah itu ditumpuk, dan dikumpulkan. Perontokan menggunakan mesin perontok padi atau *power thresher* bertujuan untuk memisahkan gabah dari malai dan jerami. *Power thresher* merupakan alat perontok yang menggunakan sumber tenaga mesin dengan kapasitas kerja lebih besar dan efisiensi kerja lebih tinggi dibandingkan perontokan secara manual. Menurut Fahrozi dan Zulfia (2014), penggunaan *power thresher* dalam perontokan dapat menekan kehilangan hasil padi sekitar 3%. Perontokan harus segera dilakukan setelah padi dipanen untuk menghindari kehilangan hasil dan penurunan mutu gabah. Penundaan perontokan yang terlalu lama dapat

mengakibatkan gabah berwarna kecokelatan. Skematis *processing* hasil panen padi untuk mendapatkan gabah yang baik dan bersih seperti pada Gambar 5. Kehilangan hasil akibat ketidaktepatan dalam melakukan perontokan dapat mencapai lebih dari 5%. Gabah yang sudah dirontok, dibersihkan dengan pembersih gabah, baik secara manual menggunakan gumbaian atau secara mekanis dengan *seed cleaner*.



Gambar 5. Perontokan Secara Manual (Kiri), Menggunakan *Power Thresher* (Tengah), Pembersihan Secara Manual (Tengah), dan Mekanis (Kanan)

c. Pengeringan

Pengeringan merupakan proses penurunan kadar air gabah dari kadar air saat panen (GKP) 22%–23% pada musim kemarau dan 24%–26% pada musim penghujan sampai mencapai 14% (GKG). Pengeringan pada umumnya dilakukan secara alami dengan memanfaatkan sinar matahari. Gabah dijemur pada lantai jemur yang sudah diberi alas terpal pada pagi hari pukul 08.00–11.00 dan siang hari pukul 14.00–17.00. Agar pengeringan merata pada seluruh bagian gabah, perlu dilakukan pembalikan setiap 1–2 jam sekali. Gabah mencapai kadar air 12%–14% setelah dijemur 2–3 hari. Gabah yang sudah kering dimasukkan

ke dalam karung dan disimpan di gudang. Selain itu, dapat pula dilakukan pengeringan buatan (*box dryer*) yang merupakan alternatif cara pengeringan padi bila penjemuran dengan matahari tidak dapat dilakukan.

F. Penutup

Pemanfaatan lahan sulfat masam untuk budi daya padi dihadapkan pada berbagai kendala tidak hanya terkait dengan tanah (kemasaman tanah, rendahnya ketersediaan hara dan adanya unsur beracun), tetapi juga tata kelola air. Pengaturan tata air memegang peran penting dalam budi daya padi di lahan pasang surut karena pengaturan air tidak hanya untuk menjaga kestabilan pirit dalam kondisi reduktif, tetapi juga pemenuhan kebutuhan air untuk penyiapan lahan dan pertumbuhan tanaman.

Kemasaman tanah yang tinggi menyebabkan hara terutama N, P, K, Ca, dan Mg. Pengetahuan tentang defisiensi unsur hara penting kekahatan unsur-unsur untuk diketahui ketika melakukan praktik pengelolaan lahan di tanah sulfat masam. Kemasaman tanah dapat diatasi dengan pemberian bahan amelioran seperti kapur dan bahan organik. Dengan masukan teknologi dan pengelolaan lahan yang komprehensif meliputi penataan lahan dan air, penggunaan varietas yang adaptif, pemupukan dan pemberian bahan ameliorant serta pengendalian OPT, lahan sulfat masam dapat menjadi lahan yang produktif untuk budi daya padi dengan tetap memperhatikan aspek berkelanjutan. Berkelanjutan dalam arti lahan dikelola secara benar, hati-hati dan bertahap sesuai karakteristik serta dapat meningkatkan pendapatan petani.

Daftar Pustaka

- BB Biogen. 2021. "Riset dan Inovasi Menjadi Salah Satu Program Strategis Kementan 2021". Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. 2021. Diakses dari <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=4665> (diakses pada 30 Desember 2021).

- BBP Mektan. 2021. "Teknologi Alsintan Dukung Modernisasi Pertanian Largo Supr". Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Diakses dari <https://mekanisasi.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/component/tags/tag/alsintan-atabela> (diakses pada 07 November 2021).
- BB Padi. 2020. "Deskripsi Varietas Balai Besar Penelitian Tanaman Padi". Diakses dari <http://bbpadi.litbang.pertanian.go.id> (diakses pada 28 Desember 2020).
- BBSDLP. 2020. *Peta Lahan Rawa Indonesia Skala 1:50.000*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian-BBSDLP. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Dent, DL. 1986. *Acid Sulphate Soils: A Baseline for Research and Development*. ILRI.
- Fahrozi & V. Zulfia. 2014. *Petunjuk Teknis Pascapanen Padi*. Kementerian Pertanian. Badan Litbang Pertanian. BPTP Riau. p. 1-47.
- Ikhwan, G. R. Pratiwi, E. Paturrohan, & A. K. Makarin. 2013. "Peningkatan Produktivitas Padi Melalui Penerapan Jarak Tanam Jajar Legowo". *Iptek Tanaman Pangan*, 8(2); 72-79.
- Koesrini, M. Saleh, & Siti Nurzakiah. 2017. "Adaptabilitas Varietas Inpara di Lahan Rawa Pasang Surut Tipe Luapan Air B Pada Musim Kemarau". *J. Agron. Indonesia*, 45(2):117-123. DOI: <https://dx.doi.org/10.24831/jai.v45i2.13559>
- Mondal, MMA, & Puteh AB. 2013. "Optimizing Plant Spacing for Modern Rice Varieties". *Int' J. Agric. Biol*, 15, pp. 175-178.
- Nursyamsi, D. & M. Noor. 2014. "Prospek dan Strategi Pengembangan Padi Rawa Pasang Surut". Dalam Nursyamsi, D. & M. Noor, I. Khairullah, E. Husein, H. Subagio, S. Sabiham, F. Agus, & I. Las. (Eds.). *Teknologi Inovasi Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional*. Jakarta: IAARD Press.
- Sasmita, P., S. Y. Nugraha, I. Hasmi, Satoto, I. A. Rumanti, Z. Susanti, B. Kusbiantoro, Rahmini, A. Hairmansis, T. Sitaresmi, Suhama, M. Norvyani, & D. Arismiai. 2020. *Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi*. Badan Litbang Pertanian.

- Simatupang, R. S., H. Subagio, L. Indrayati, & Nurita. 2015. *Gulma Pasang Surut: Keragaman, Dominasi, Pengendalian, Pengelolaan dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. IAARD Press.
- Syahrudin, H., W. T. Nugroho, B. Rahayu, A. Hamdani, I. Las, & E. Runtunuwu. 2013. "Atlas Kalender Tanam". Dalam Haryono, M. Sarwani, I. Las, & E. Pasandaran. (Ed). *Kalender Tanam Terpadu: Penelitian, Pengkajian, Pengembangan dan Penerapan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Virmani, S. S. 1977. "Varietal Tolerance of Rice to Iron Toxicity in Liberia". *Internat. Rice Res. News*, 2:4-5.
- Wang, K., H. Zhou, B. Wang, Z. Jian, F. Wang, J. Huang, L. Nie, K. Cui, & S. Peng. 2013. "Quantification of Border Effect on Grain Yield Measurement of Hybrid Rice". *Field Crops Res*, 141:47-54.
- Antaranews. 2021. "Jumlah Penduduk Indonesia Tembus 271,35 Juta Jiwa". Diakses dari www.m.antaranews.co (diakses pada 25 Oktober 2021).



BAB 7

PADI TOLERAN KERACUNAN BESI DI LAHAN PASANG SURUT SULFAT MASAM: ASPEK TANAH DAN TANAMAN

Izhar Khairullah dan Arifin Fahmi

Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email: izhar.balittra@gmail.com

A. Ringkasan

Lahan rawa pasang surut sulfat masam tersedia cukup luas dan berpotensi untuk ditanami padi yang toleran keracunan besi. Lahan ini banyak mengandung besi terlarut yang bersumber dari lapisan pirit. Kelarutan besi di lahan ini dapat mencapai ribuan mg/l dalam larutan tanah, padahal konsentrasi Fe sebesar 300–400 mg/kg saja sudah dapat meracuni tanaman padi. Besi di dalam tanah sulfat masam dapat berasal dari pelapukan atau transformasi mineral primer, sekunder atau dekomposisi bahan organik. Tanah sulfat masam di lahan rawa pasang surut sering mengalami fluktuasi redoks, besi termasuk logam yang paling banyak terlibat dalam reaksi redoks di tanah. Kondisi hidrologis lahan memiliki hubungan dengan kondisi redoks dan pH tanah. Tanah yang aerob bersifat oksidatif sehingga sebagian besar Fe berada dalam bentuk Fe^{3+} , sedangkan tanah yang anaerob (tergenang), Fe^{3+} akan tereduksi menjadi Fe^{2+} . Pola kelarutan besi di tanah sulfat masam sepanjang tahun secara alamiah dipengaruhi kelengasan tanah atau kondisi hidrologis lahan. Konsentrasi Fe^{2+} akan meningkat mulai bulan ke-2 memasuki musim penghujan dan mencapai puncaknya pada

pertengahan musim hujan. Tanaman padi menyerap besi dalam bentuk Fe^{2+} , setelah masuk dalam korteks akar, Fe^{2+} mencapai xilem lewat jalur simplas melalui pita Caspari. Keracunan Fe merupakan penyakit fisiologis hara yang berhubungan dengan kelebihan konsentrasi Fe^{2+} dalam larutan tanah. Faktor-faktor yang memengaruhi keracunan pada satu varietas adalah (a) umur tanaman, (b) status hara tanaman, dan (c) kondisi media tumbuh terutama $\text{pH} < 4$. Gejala *bronzing* dapat terjadi pada fase pertumbuhan bibit, fase vegetatif, dan fase reproduktif. Batas kritik keracunan besi pada daun muda padi berkisar $> 300\text{--}500\text{ mg/kg}$ pada fase pembentukan anakan sampai inisiasi malai, sedangkan batas optimumnya $100\text{--}150\text{ mg/kg}$ Fe. Gejala keracunan besi secara visual berhubungan dengan akumulasi polifenol teroksidasi yang disebut '*bronzing*'. Produksi polifenol teroksidasi yang tinggi akibat meningkatnya aktivitas polifenol oksidase sehingga daun *bronzing*. Gejala keracunan besi berkorelasi negatif dengan hasil padi, semakin berat keracunan Fe semakin turun hasil padi.

B. Pendahuluan

Luas lahan rawa di Indonesia adalah sekitar 34,12 juta ha, terdiri atas lahan rawa pasang surut 8,92 juta ha dan lahan rawa lebak 25,20 juta ha berdasarkan pemetaan lahan rawa di Indonesia skala 1:50.000 (BBSDLP, 2020). Masalah lahan yang sering ditemui di lahan pasang surut sulfat masam adalah adanya lapisan pirit (FeS_2). Dalam kondisi tergenang pH tanah meningkat menyebabkan reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} , sehingga konsentrasi Fe^{2+} meningkat hingga ribuan mg/L dalam larutan tanah. Keadaan ini terjadi pada lahan sulfat masam aktual yang digenangi kembali oleh air hujan atau air pasang (Widjaja-Adhi, *et.al.*, 2000). Kelarutan Fe sebesar $300\text{--}400\text{ mg/kg}$ dapat meracuni tanaman padi (Ikehashi dan Ponnampuruma, 1978).

Keracunan besi merupakan penyakit fisiologis hara tanaman padi sawah yang berasosiasi dengan kelebihan Fe terlarut (Tanaka dan Yoshida, 1970), salinitas, defisiensi P, basa-basa rendah (Ikehashi dan Ponnampuruma, 1978), cekaman hara ganda dan pH rendah (Benckiser, *et.al.*, 2005), dan kondisi fisiologis tanaman (Ottow, *et.al.*, 1989). Sejak pertama kali dilaporkan terjadinya (Ponnampuruma, *et.al.*, 1955), keracunan besi menjadi salah satu masalah utama dalam produksi padi di beberapa negara di Asia, Afrika, dan Amerika Selatan

(Van Breemen dan Moormann, 1978; Yoshida, 1981; De Datta, *et.al.*, 1994). Di Indonesia keracunan besi terjadi di persawahan di Jawa Barat, Sumatra, Kalimantan, dan di persawahan pasang surut di Sumatra, Kalimantan, dan Irian Jaya (Ismunadji, *et.al.*, 1989; Puslitbangtan, 1991; Ottow, *et.al.*, 1982).

Keracunan besi disebabkan oleh berbagai hal, seperti konsentrasi Fe tanah tinggi, pH tanah rendah (Ponnamperuma, 1977b; Van Breemen dan Moormann, 1978), kahat hara dan ketidakseimbangan hara (Tanaka dan Tadano, 1969; Benckiser, *et.al.*, 1982; Yamauchi, 1989), drainase buruk, daya oksidasi akar jelek, dan pemberian bahan organik yang tidak mudah terdekomposisi (Dobermann dan Fairhurst, 2000; Fairhurst, *et.al.*, 2002), serta keadaan lingkungan seperti keadaan air di persawahan dan lokasi daerahnya (Ponnamperuma, 1977b; Van Breemen dan Moormann, 1978). Serapan Fe berlebihan meningkatkan aktivitas enzim polifenol oksidase sehingga produksi polifenol teroksidasi tinggi yang mengakibatkan daun *bronzing*. Keracunan besi juga akan mengurangi daya oksidasi akar (Dobermann dan Fairhurst, 2000; Yamauchi dan Peng, 1993).

Pertumbuhan padi di lahan pasang surut sulfat masam sangat dipengaruhi oleh keracunan besi. Penurunan hasil akibat keracunan besi berkisar antara 30%–100% tergantung dari toleransi varietas (Virmani, 1977), intensitas keracunan (Cai, *et.al.*, 2003; Majerus, *et.al.*, 2007), dan status kesuburan tanah (Audebert dan Sahrawat, 2000). Penurunan hasil padi yang ditanam di tanah berkeracunan besi di Cihea, Jawa Barat dilaporkan mencapai 52% lebih rendah dibanding tanaman yang sehat (Ismunadji, *et.al.*, 1973). Pada kondisi keracunan besi yang parah di daerah Belawang, Kalimantan Selatan, tanaman padi hanya mampu menghasilkan 160 kg/ha (Noorsyamsi dan Sarwani, 1989). Keracunan besi dapat dikendalikan dengan berbagai macam cara, di antaranya melalui ameliorasi dan pemupukan.

C. Besi di Tanah Sulfat Masam

Besi adalah unsur keempat yang terbanyak di dalam kerak bumi (Stucky, 2006), besi adalah unsur esensial bagi makhluk hidup. Kandungan besi di dalam tanah berkisar 20,000 hingga 550,000 mg/kg (Bodek, *et.al.*, 1988). Besi dalam tanah berada dalam dua kondisi bilangan oksidasi,

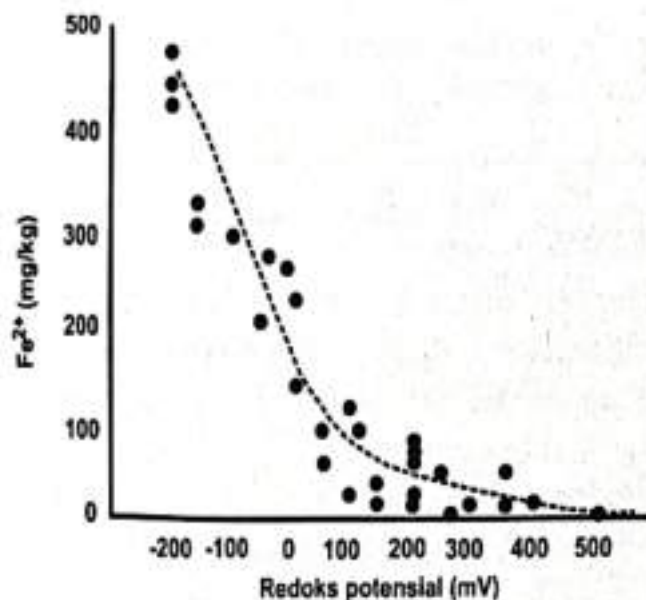
yaitu feri (Fe^{3+}) dan fero (Fe^{2+}), tergantung kondisi lingkungan (Kyuma, 2004). Beberapa spesies mineral besi yang umum ditemui di tanah sulfat masam seperti sebagai pirit (FeS_2), gutit ($\alpha\text{-FeOOH}$), lepidokrosit ($\gamma\text{-FeOOH}$), ferrihidrit ($\text{Fe}_5\text{HO}_8 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$), siderit (FeCO_3), trolit (FeS), strengit (FePO_4), schwertmannit ($\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_6(\text{SO}_4)$), dan vivianit ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$) (Nue dan Lin, 1989; Burton, *et.al.*, 2007; Oxmann, *et.al.*, 2008; Johnston, *et.al.*, 2011). Sifat dan kelarutannya setiap mineral tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti Eh, pH, bahan organik, kelembapan/kadar lengas tanah, mikroorganisme, dan keberadaan anion (Reddy dan DeLaune, 2008). Pirit adalah salah satu mineral besi sulfida dominan pada tanah sulfat masam (Bush, *et.al.*, 2000).

Besi adalah salah satu mineral logam yang paling banyak ditemukan di tanah sulfat masam, khususnya pada tanah yang tergenang. Keberadaannya dan kelarutannya sangat menentukan sifat tanah sulfat masam, keberadaannya sering dihubungkan dengan terjadinya gejala keracunan pada tanaman padi, hal ini disebabkan konsentrasinya yang dapat mencapai 4500 ppm (Fahmi, *et.al.*, 2009). Ferro atau Fe^{2+} adalah besi yang sering dikaitkan dengan keracunan pada tanaman padi. Keasaman tanah, Eh, dan bahan organik tanah adalah faktor utama yang menentukan sifat besi di tanah. Menurut Reddy dan DeLaune (2008), pada kondisi aerob atau oksidatif besi berada dalam bentuk Fe^{3+} , sedangkan pada kondisi anaerob atau tergenang atau reduktif, maka besi utamanya berbentuk Fe^{2+} . Ketika pH tanah $< 2,0$ dan Eh > 800 mV, maka Fe ditemui dalam larutan tanah sebagai Fe^{3+} , jika pH meningkat maka Fe^{3+} akan mengendap dan Fe akan lebih banyak ditemukan dalam bentuk Fe^{2+} (Kolling, *et.al.*, 1999; Reddy dan DeLaune, 2008). Berdasarkan hal tersebut dinyatakan bahwa keracunan besi hanya terjadi pada tanah yang tergenang.

Kelarutan Besi di Tanah Sulfat Masam

Besi di dalam tanah sulfat masam dapat berasal dari pelapukan atau transformasi mineral primer atau sekunder ataupun berasal dari dekomposisi bahan organik. Tanah sulfat masam di lahan pasang surut sering mengalami fluktuasi redoks. Besi adalah logam yang paling banyak terlibat dalam sebuah reaksi redoks di tanah. Menurut Kyuma (2004), besi merupakan unsur utama pada tanah tergenang yang mengalami

reduksi, jumlah Fe^{3+} yang tereduksi dapat mencapai puluhan kali lipat lebih besar dari unsur lainnya (Patrick dan Reddy, 1978). Reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} mulai terjadi pada kondisi agak tereduksi ($<180\text{--}150\text{ mV}$) (Patrick dan Jungsujinda, 1992). Salah satu kondisi yang menyebabkan terjadinya reduksi Fe^{3+} adalah proses penggenangan. Sebaliknya pada kondisi aerob, maka besi cenderung mengalami oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} . Tingginya kelarutan Fe dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu kondisi hidrologis lahan yang terjadi secara alamiah akibat pengaruh musiman dan terjadinya kesalahan dalam praktik pengelolaan lahan (Gambar 6). Secara sederhana tingginya kelarutan Fe yang disebabkan faktor pertama dapat diatasi dengan pengelolaan air yang tepat, sedangkan faktor kedua dapat diatasi dengan pengelolaan lahan yang tepat.

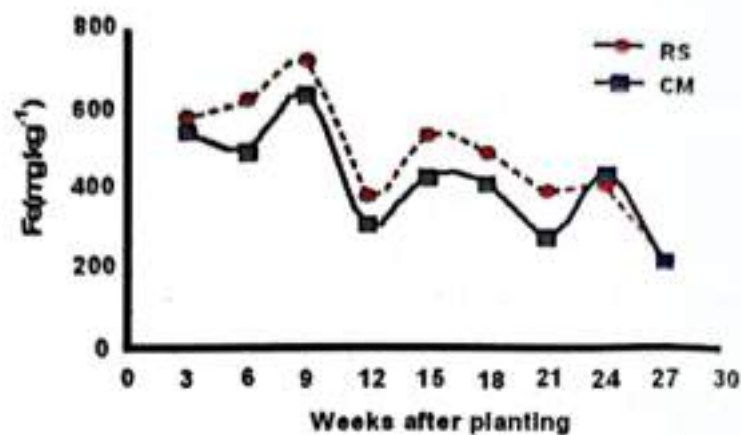


Gambar 6. Pengaruh Redoks terhadap Konsentrasi Fe^{2+}

Sumber: Patrick dan Henderson (1981)

Kondisi hidrologis lahan memiliki keterkaitan yang sangat kuat terhadap kondisi redoks dan pH tanah. Tanah yang aerob bersifat oksidatif sehingga sebagian besar besi berada dalam bentuk Fe^{3+} , sebaliknya jika tanah dalam kondisi anaerob atau tergenang maka Fe^{3+} akan tereduksi menjadi Fe^{2+} . Menurut Sahrawat (2004), perubahan dramatis akibat terjadinya penggenangan tanah adalah reduksi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ menjadi Fe^{2+} . Ponnampereuma (1984) menggambarkan dinamika perubahan konsentrasi Fe^{2+} yang berubah karena tanah mengalami penggenangan (Gambar 7). Konsentrasinya meningkat dari 0,1 mg/l menjadi ribuan mg/l setelah beberapa minggu penggenangan.

(Ponnamperuma, 1973; Rorison, 1973; Van Breemen, 1976). Dengan jumlah tersebut, Fe^{2+} dapat mendesak basa tukar lainnya sehingga menjenuhi permukaan kompleks pertukaran.



Gambar 7. Dinamika Konsentrasi Fe^{2+} dalam Tanah dengan Kandungan Bahan Organik Jerami Padi (RS) dan Kotoran Sapi (CM) Setelah 14 Minggu Penggenangan

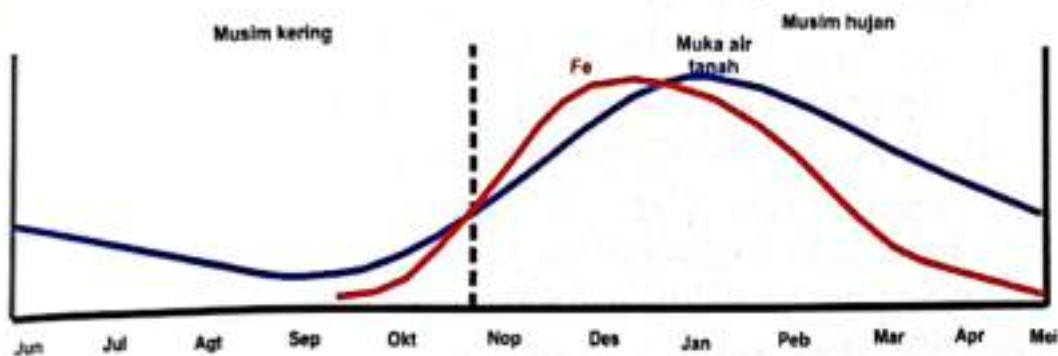
Sumber: Fahmi dan Sarwani (2013)

Walaupun demikian, pola kelarutan besi di tanah sulfat masam sepanjang tahun secara alamiah lebih dipengaruhi oleh kelengasan tanah secara luas atau kondisi hidrologis lahan (Hanhaart dan Ni, 1992), konsentrasi Fe^{2+} akan meningkat mulai sekitar bulan ke-2 memasuki musim penghujan dan mencapai puncaknya pada pertengahan musim hujan (Gambar 8), kondisi ini disebabkan antara lain sebagai berikut.

- Terjadinya pencucian (*flushing*) di dalam tanah secara intensif akibat hujan yang turun setelah sebelumnya terjadi oksidasi pada musim kemarau.
- Reaksi reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} adalah reaksi yang lebih lambat daripada oksidasinya, dan reaksi reduksi Fe^{3+} hanya terjadi setelah reduksi O_2 , NO_3 , dan Mn^{4+} (Kirk, 2004; Reddy dan DeLaune, 2008).
- Setelah tereduksi secara penuh maka besi cenderung mengendap dan terjerap pada kompleks pertukaran (Kirk, 2004).
- Peningkatan pH tanah mendekati netral menyebabkan besi cenderung mengendap.

Pola demikian memerlukan adanya pengaturan waktu tanam yang tepat sehingga potensi keracunan Fe dapat dihindari. Adanya

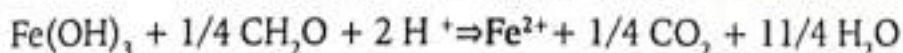
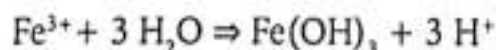
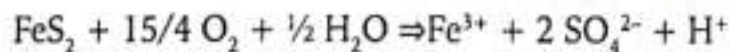
peningkatan kelarutan Fe^{2+} pada awal musim hujan kemudian menjelang musim kemarau mencapai puncak terendah pada transisi musim hujan ke musim kemarau. Dinamika kelarutan Fe^{2+} ini terjadi berhubungan dengan kondisi redoks tanah, proses pelarutan dan pencucian di larutan tanah yang dipengaruhi oleh kondisi hidrologis lahan. Kelarutan Fe^{2+} tertinggi terjadi pada saat tanah sulfat masam berada dalam kondisi yang lebih reduktif di mana terjadi penggenangan tanah. Sementara kelarutan Fe^{2+} terendah terjadi pada saat tanah sulfat masam berada dalam kondisi lebih oksidatif dan mulai terjadinya pengendapan.



Gambar 8. Pola Kelarutan Fe Musiman Berdasarkan Kondisi Hidrologis Lahan Sulfat Masam

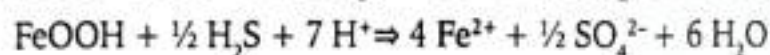
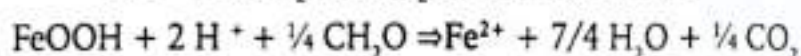
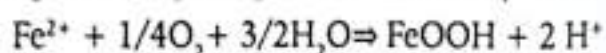
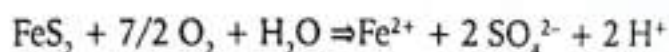
Sumber: Dimodifikasi dari Hanhart dan Ni (1993)

Selain itu, tingginya kelarutan Fe^{2+} yang menyebabkan keracunan dapat terjadi pada saat dilakukan pengolahan tanah atau kegiatan budi daya lainnya. Ketika pirit teroksidasi (pada $\text{Eh} > 700 \text{ mV}$) (Rose dan Cravotta, 1998), maka terbentuklah Fe^{3+} dan pH tanah mengalami penurunan, dalam kondisi ini tanaman belum mengalami keracunan. Ketika pH tanah meningkat ($\text{pH} > 3$), maka Fe^{3+} mengendap membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Oksidasi pirit dapat saja langsung membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ jika proses tersebut terjadi pada pH yang lebih tinggi ($\text{pH} > 4$). Selanjutnya $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dapat mengalami reduksi dengan adanya bahan organik yang bersifat mudah terdekomposisi membentuk Fe^{2+} .

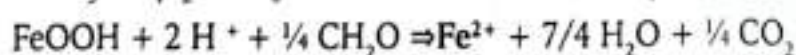
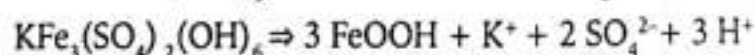
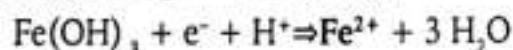
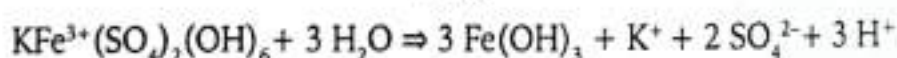
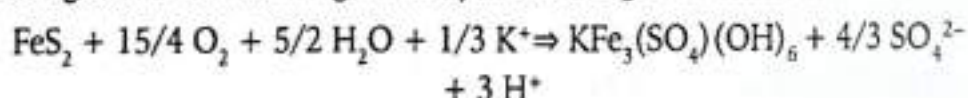


Pirit dapat saja langsung teroksidasi membentuk Fe^{2+} , hal ini tentunya terjadi pada saat pH tanah > 3 , karena Fe^{2+} bersifat larut pada

pH 3–4 (Reddy dan DeLaune, 2008; Kirk, 2004). Jika tanah memiliki drainase yang buruk dan kandungan bahan organik yang tinggi, maka peningkatan pH menyebabkan Fe^{2+} secara cepat akan mengalami keseimbangan/dioksidasi membentuk FeOOH (Van Mensvoort dan Dent, 1998). Pada pH >4 FeOOH dapat mengalami reduksi dengan adanya bahan organik yang bersifat mudah terdekomposisi atau pada kondisi yang sangat reduktif di mana tersedia cukup H_2S (Van Breemen dan Buurman, 2002) membentuk Fe^{2+} .

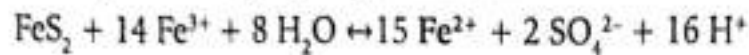


Jika pirit teroksidasi pada kondisi yang sangat masam (pH <4) dan suasana yang oksidatif Eh >400 mV, maka dihasilkan *jarosite* yang tentunya tersedia cukup unsur pendukung seperti K (Van Breemen, 1976; Zahrai, et.al., 2013). Perubahan pH dan kondisi redoks tanah dapat menyebabkan jarosit menjadi tidak stabil. *Jarosite* kemudian dapat bertransformasi membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dengan adanya bahan organik yang kemudian mengalami reduksi membentuk Fe^{2+} . Selain itu, jarosit juga dapat bertransformasi menjadi gutit jika terjadi peningkatan pH dan kadar SO_4 yang menurun dan selanjutnya FeOOH dapat kembali mengalami reduksi dengan adanya bahan organik membentuk Fe^{2+} .



Pirit dapat langsung teroksidasi oleh Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} pada kondisi yang sangat masam (pH <3) di mana pada kondisi tersebut konsentrasi Fe^{3+} sangat tinggi. Proses ini hanya terjadi pada pH sangat rendah karena bakteri *thiobacillus ferrooxidans* hanya hidup pada kisaran pH 2,8–3,5 dan Fe^{3+} hanya larut pada pH <3,0 (Kirk, 2004), reaksi oksidasi ini berjalan lebih cepat yang dapat mencapai puluhan bahkan ratusan kali

lebih cepat dibandingkan oksidasi pirit oleh O_2 (Van Breemen, 1973; Ritchie, 1994). Proses oksidasi pirit oleh Fe^{3+} dapat terus-menerus terjadi sehingga tanah tetap asam dan menjadi semakin asam. Dalam kondisi ini tentunya tanaman tidak hanya mengalami keracunan Fe, tetapi juga akan mengalami gejala defisiensi hara dan keracunan unsur lainnya karena pH tanah yang sangat masam.



Secara umum setiap Fe^{2+} yang terbentuk dapat teroksidasi langsung menjadi Fe^{3+} . Proses transformasi Fe^{2+} dan bentuk mineral yang dihasilkannya tentu sangat tergantung pada kondisi lingkungan. Demikian pula sifat Fe^{3+} yang dihasilkan sangat tergantung banyak hal, misalnya pH tanah, jika pH tanah $>4,0$, maka Fe^{3+} akan mengalami hidrolisis yang kemudian membentuk $Fe(OH)_3$ (mengendap), tetapi ketika pH $<4,0$, maka Fe^{2+} akan tetap dalam bentuk tersebut di larutan tanah. Menurut Van Breemen dan Buurman (2002), Fe^{2+} dapat hilang dari larutan tanah melalui beberapa cara, yaitu 1) pengendapan, 2) terjerap pada permukaan klei atau Fe^{3+} oksida, 3) teroksidasi menjadi Fe^{3+} , dan 4) terbawa bersama air drainase.

D. Besi dalam Tanaman Padi

1. Transportasi Besi dalam Tanaman Padi

Tanaman padi menyerap besi dalam bentuk Fe^{2+} . Setelah masuk dalam korteks akar, Fe^{2+} dapat mencapai xilem lewat jalur simplas melalui pita Casparian. Sebagian besar Fe^{2+} yang diserap dapat mencapai xilem secara langsung melalui apoplas atau setelah melukai akar padi akibat pencabutan dan pindah tanam bibit. Di dalam xilem transportasi Fe^{2+} mengikuti aliran transpirasi (Audebert, 2006a).

Di dalam sel, Fe dapat mengatalisis sintesis komponen-komponen dengan dasar oksigen aktif (*Reactive Oxygen Species/ROS*), seperti superoksida, radikal hidroksil, dan H_2O_2 (Marschner, 1995). Kadar Fe^{2+} tinggi dalam jaringan tanaman menyebabkan peningkatan produksi radikal oksigen beracun (ROS) yang dapat merusak sel tanaman. Reaksi ini dipercepat apabila besi terlibat dalam reaktan radikal perferil (Halliwell dan Gutteridge, 1984), atau bergabung dengan asam lemak membentuk asam lemak peroksi (Peterson, 1991).

Reactive Oxygen Species (ROS) bertanggung jawab atas kerusakan yang disebabkan oleh Fe (Thongbai dan Goodman, 2000) yang merusak secara tak-balik membran lemak (Thompson dan Legge, 1987), protein (Chevrier, *et.al.*, 1988), asam nukleat (Eltner, 1982), dan memengaruhi membran muatan listrik (Vladimirov, 1980). Pada saat yang sama aktivitas fenol-oksidase meningkat dan memacu akumulasi polifenol oksida (Yamauchi dan Peng, 1993; Doberman dan Fairhurst, 2000). Selanjutnya ROS mengoksidasi klorofil sehingga kadar klorofil dalam sel berkurang (Monteiro dan Winterbourn, 1988).

Kadar Fe dalam daun padi sebanyak 100–200 mg/kg dianggap normal, sedangkan >300 mg/kg Fe akan meracuni tanaman (Tanaka dan Yoshida, 1972). Pada daun hijau, sekitar 80% Fe diakumulasi dalam kloroplas (Bienfait, 1985; Marschner, 1995). Besi disimpan dalam sel tanaman pada stroma plastid sebagai fitoferritin yang dapat menyimpan sampai 5.000 atom Fe^{3+} dalam bentuk kristal (Seckbach, 1982). Fitoferritin juga ditempatkan pada xilem dan floem (Smith, 1984).

2. Peranan Besi pada Tanaman Padi

Besi banyak terlibat dalam metabolisme tanaman. Sebagai komponen dari enzim dan protein, Fe berperan penting dalam proses biologi dasar seperti fotosintesis, sintesis klorofil, respirasi, fiksasi, dan pengambilan N (Kim dan Rees, 1992), dan sintesis DNA melalui tindak ribonukleotida reduktase (Reichard, 1993).

Besi merupakan komponen dari dua kelompok protein, yaitu protein heme dan protein Fe-S. Protein heme mengandung suatu karakteristik kompleks porfirin-besi heme bertindak sebagai kelompok prostetik sitokrom, yaitu sebagai akseptor-donor elektron pada reaksi respirasi. Protein heme lainnya termasuk katalase, peroksidase, dan leghemoglobin. Katalase mengatalisis konversi hidrogen peroksida menjadi air dan O_2 , sementara peroksidase mengatalisis konversi hidrogen peroksida menjadi air. Katalase memiliki peran utama pada reaksi fotorespirasi dalam lintasan glikolat, dan terlibat dalam proteksi kloroplas dari radikal bebas selama reaksi pemisahan air dari fotosintesis (Barker dan Pilbeam, 2007).

Struktur Fe berperan dalam kelompok prostetik sistem enzim seperti sitokrom oksidase, katalase, dan peroksidase. Besi memainkan

peran dalam struktur porfirin klorofil, sehingga merupakan komponen utama kloroplas. Enzim-enzim ini merupakan komponen utama kloroplas dan mitokondria (Marschner, 1995; Mengel dan Kirby, 1987). Sitokrom bertindak sebagai transport elektron dan keterlibatan sitokrom oksidase pada tahap akhir rantai respirasi. Besi berinteraksi dengan protein non-heme (ferredoksin, superoksida dismutase), dan aktif dalam sintesis proteat. Pada membran tilakoid sekitar 20 atom besi secara langsung aktif dalam transportasi elektron PSII dan PSI (Audebert, 2006a).

Fungsi Fe dalam protein Fe-S yaitu dalam reaksi fotosintesis. Ferredoksin dan hasil akhir fotosistem I memiliki potensial redoks negatif yang memungkinkannya mentransfer elektron ke sejumlah akseptor (Barker dan Pilbeam, 2007). Besi juga aktif sebagai kofaktor beberapa enzim untuk sintesis hormon seperti etilin, lipoksigenase, 1-asam aminosiklopropan-1-karboksil oksidase (Siedow, 1991) atau asam absisat ABA. Reaktivitas Fe dengan oksigen tereduksi menghasilkan unsur radikal yang dapat menyebabkan hilangnya keutuhan dan mematikan sel (Audebert, 2006b).

Besi merupakan komponen utama dari sistem redoks tanaman. Oleh karena sifat fisiko-kimianya, terutama daya gabungannya mengaktifkan tempat metalo-protein, Fe bertindak sebagai kofaktor dalam reaksi redoks yang diperlukan untuk menghasilkan dan menggunakan oksigen (Audebert, 2006b). Potensial redoks pasangan Fe(III)/Fe(II) secara normal 770 mV, dapat bervariasi pada potensial redoks transport elektron respirasi dan fotosintesis (-340 sampai +810 mV) (Barker dan Pilbeam, 2007).

3. Keracunan Besi pada Tanaman Padi

Keracunan besi merupakan penyakit hara yang berhubungan dengan kelebihan konsentrasi Fe^{2+} dalam larutan tanah. Berat tidaknya keracunan berhubungan dengan faktor tanah, seperti kandungan dan mineralogi lempung, jumlah Fe_{dd} , pH, dan cekaman hara. Faktor-faktor yang memengaruhi keracunan pada satu varietas adalah (Tadano dan Yoshida, 1978) (a) umur tanaman, di mana ketahanan keracunan lebih lemah pada fase pertumbuhan awal dibanding fase pertumbuhan lanjut; (b) status hara tanaman, defisiensi K, Ca, Mg, P, dan Mn memperlemah daya eksklusi dan retensi akar yang mengakibatkan tanaman lebih

rentan keracunan besi; (c) kondisi media tumbuh, konsentrasi Fe tinggi pada media tumbuh menyebabkan keracunan, karena Fe lebih banyak mencapai akar dan daya eksklusi dan retensi akar terganggu (Tadano, 1976). pH rendah ($\text{pH} < 4$) dapat menurunkan aktivitas fisiologi tanaman dan memperlemah fungsi akar untuk mencegah konsentrasi Fe tinggi dalam larutan tanah (Tadano dan Tanaka, 1970).

a. Penyebab Keracunan Besi

Keracunan besi berhubungan dengan kelebihan Fe^{2+} dalam tanah, drainase jelek, Eh menurun (Ottow, *et.al.*, 1982; Ponnampereuma, 1994), defisiensi P, Zn, dan keracunan H_2S (Kirk, 2004), dan oksigen tanah kurang (Ponnampereuma, *et.al.*, 1967). Pada fase pertumbuhan lanjut, penyerapan Fe tinggi akibat meningkatnya permeabilitas akar dan tingginya reduksi Fe oleh mikroba di rizhosfer. Suplai Ca yang rendah meningkatkan permeabilitas akar (Bangerth, 1979). Penyebab utama keracunan besi adalah konsentrasi Fe^{2+} tinggi dalam larutan tanah karena kondisi reduksi (Ponnampereuma, 1977b, Van Breemen dan Moormann, 1978), status hara tanaman rendah dan tidak seimbang (Benckiser, *et.al.*, 1982; Yamauchi, 1989), daya oksidasi akar jelek karena akumulasi bahan penghambat respirasi (H_2S , FeS, asam organik), dan daya eksklusi Fe^{2+} lemah karena defisiensi P, Ca, Mg, atau K, dan pemberian bahan organik yang tidak mudah terdekomposisi (Dobermann dan Fairhurst, 2000; Fairhurst, *et.al.*, 2002).

Defisiensi K, Ca, Mg, P, dan Mn meningkatkan penyerapan Fe. Hara K dan P rendah akan menurunkan daya oksidasi akar. Defisiensi N tidak mengakibatkan penyerapan Fe tinggi bahkan kadar N tinggi dapat memacu penyerapan Fe (Trolldenier, 1977).

Keracunan besi menyebabkan presipitasi dan pengendapan senyawa Fe^{3+} (Yamauchi, 1989; Peng dan Yamauchi, 1993). Lokasi presipitasi merupakan tempat kritis untuk keracunan jaringan (Bienfait, 1989; Talbot dan Etherington, 1987). Jika pengambilan Fe^{2+} lambat, maka dinding sel dan polisakarida memiliki kapasitas cukup untuk mengeksklusi Fe^{2+} dari simplas (Cumming dan Taylor, 1990). Oksidasi Fe^{2+} dalam apoplas dapat menyebabkan *bronzing*, akan tetapi kerusakan intersel dapat dihindari karena radikal bebas yang ada tidak cukup memasuki sel (Bienfait, 1989).

b. Fase Pertumbuhan Terjadinya Keracunan Besi

Gejala *bronzing* pada tanaman padi dapat terjadi pada fase pertumbuhan bibit, fase vegetatif (pembentukan anakan awal dan maksimum), dan fase reproduktif (bunting dan keluarnya malai) (Abu, *et.al.*, 1989). Perkembangan intensif terjadi pada fase pembentukan anakan maksimum dan inisiasi malai atau primordia, oleh karena itu gejala *bronzing* sebaiknya diamati pada fase tersebut (Van Breemen dan Moormann, 1978; Doberman dan Fairhurts, 2000) yang merupakan fase fisiologis terbaik untuk analisis jaringan tanaman padi dan konsentrasi hara mikro maksimum (Gunawardena, *et.al.*, 1982).

Tahapan keracunan besi pada tanaman padi terdiri atas dua fase, yaitu (1) fase 7 hari setelah penggenangan (cekaman pindah bibit). Akar belum mampu mengoksidasi Fe^{2+} karena mekanisme eksklusinya belum berfungsi sehingga Fe^{2+} banyak diserap tanaman; (2) fase antara primordia dan berbunga karena tidak efektifnya mekanisme akar mengeksklusi Fe^{2+} akibat semakin permeabelitasnya akar tanaman (Ottow, *et.al.*, 1989).

c. Konsentrasi Besi Kritik Keracunan Besi

Batas kritis keracunan besi pada daun muda tanaman padi adalah >300–500 mg/kg pada fase pembentukan anakan sampai inisiasi malai, sedangkan batas optimumnya 100–150 mg/kg Fe. Kandungan Fe dalam tanaman yang keracunan tinggi (300–2.000 mg/kg Fe), tetapi kandungan Fe kritis tergantung pada umur tanaman dan status hara tanaman (Dobermann dan Fairhurst, 2000; Sahrawat, 2000).

Batas kritis lebih rendah pada tanah dengan kandungan hara tidak seimbang (Dobermann dan Fairhurst, 2000; Fairhurst, *et.al.*, 2002). Yoshida, *et.al.* (1971), Tanaka dan Yoshida (1970), dan Neue (1994) menyatakan batas kritis keracunan pada jaringan tanaman padi adalah 300 mg/kg Fe pada fase pembentukan anakan maksimum, tetapi kadar Fe kritis daun antarvarietas dapat berbeda-beda (Foy, 1983). Konsentrasi keracunan kritis yang menyebabkan kehilangan hasil sekitar 500 mg Fe/kg berat kering daun (Marschner, 1995; Mengel dan Kirkby, 1987).

Konsentrasi Fe kritis pada media tumbuh yang menghambat pertumbuhan padi dilaporkan beragam. Konsentrasi 50 mg/kg Fe dapat meracuni padi (Tadano, 1974), tetapi pada 500 mg/kg atau 1.000

mg/kg Fe (Tadano dan Tanaka, 1970) tidak memengaruhi tanaman. Ponnampereuma (1977a) dan Yoshida (1981) melaporkan bahwa konsentrasi Fe dalam tanah 300–1.500 mg/kg merupakan media tumbuh yang menyebabkan keracunan besi.

Kriteria yang digunakan untuk menentukan aras beracun adalah pertumbuhan tanaman, tingkat *bronzing*, dan kandungan Fe tanaman. Gejala *bronzing* muncul pada konsentrasi 30–80 mg/kg Fe dalam percobaan pot (Ponnampereuma, 1958), 100–500 mg/kg⁻¹ dalam larutan kultur (Tanaka, *et.al.*, 1966), dan 300–400 mg/kg Fe dalam tanah yang cukup hara (IRRI, 1972). Konsentrasi Fe ini berbeda-beda dengan pH larutan tanah, yaitu 100 mg/kg Fe pada pH 3,7 (Tanaka, *et.al.*, 1966) dan 300 mg/kg Fe atau lebih pada pH 5,0 (Sahrawat, *et.al.*, 1996) dan yang mengandung sedikit K, P, Ca, dan Mg (Dobermann dan Fairhurst, 2000). Tanaman yang keracunan Fe memiliki kadar K daun rendah (< 1%), dan nisbah K: Fe < 17–18:1 pada jerami dan < 1,5:1 pada akar (Dobermann dan Fairhurst, 2000).

Kisaran yang lebar ini karena perbedaan kriteria yang digunakan, varietas, bentuk Fe yang diberikan, konsentrasi bahan terlarut lain, status hara tanaman, kerentanan tanaman pada fase pertumbuhan yang berbeda, dan faktor-faktor lingkungan seperti suhu dan radiasi matahari (Van Breemen dan Moormann, 1978), serta perbedaan daya oksidasi akar dan status fisiologi (Ikehashi dan Ponnampereuma, 1978; Dobermann dan Fairhurst, 2000).

Kadar Fe tanaman dari suatu varietas berkorelasi dengan tingkat *bronzing*, tetapi kadar Fe dari varietas yang berbeda dapat beragam dari 110–1.100 mg/kg (Jayawardena, *et.al.*, 1977; Ismunadji dan Von Uexkull, 1977). Kandungan Fe pada daun yang *bronzing* tiga sampai enam kali daun sehat. Kandungan Fe pada daun sehat sekitar 0,05%, sedangkan pada daun yang *bronzing* 0,1%–0,15% atau lebih. Tanaman sehat dapat mengandung > 0,1%–0,15 % Fe (Tanaka dan Yoshida, 1970), sehingga sulit menentukan kadar Fe kritis yang bisa diterapkan secara umum dalam jaringan tanaman. Perbandingan kadar Fe daun yang keracunan dengan daun yang sehat pada lahan pertanian yang sama mungkin dapat digunakan (Van Breemen dan Moormann, 1978).

d. Gejala Keracunan Besi

Gejala keracunan besi ini secara visual berhubungan dengan akumulasi polifenol teroksidasi yang disebut '*bronzing*' (Yamanouchi dan Yoshida, 1981). Produksi polifenol teroksidasi tinggi akibat meningkatnya aktivitas polifenol oksidase sehingga daun *bronzing* (Virmani, 1977; Dobermann dan Fairhurst, 2000). Gejala dapat beragam tergantung varietas dan ketidakseimbangan yang berhubungan dengannya (Virmani, 1977; Sahrawat, 2005). Oleh karena mobilitas Fe rendah dalam tanaman, gejala ini mulai dengan bintik-bintik kemerahan sampai cokelat muda pada ujung daun lebih tua.

Bintik-bintik ini menyebar ke seluruh daun, ujung daun kuning jingga sampai cokelat lalu mengering dari bagian atas daun. Bintik-bintik bergabung pada tulang daun, daun berwarna cokelat-jingga dan mati atau sempit, tetapi masih hijau. Pada keracunan berat, daun cokelat-ungu, pertumbuhan terhenti, dan pembentukan anakan terhambat. Gejala ini terutama berkembang pada daun lebih tua dengan laju transpirasi tinggi (Yamanouchi dan Yoshida, 1981). Pada organ akar, akar menjadi kasar, jarang, jelek, rusak, dan mati (Doberman dan Fairhurst, 2000; Fairhurst, *et.al.*, 2002).

Gejala keracunan besi berkorelasi negatif dengan hasil padi, semakin berat keracunan semakin turun hasil (Audebert dan Sahrawat, 2000). Dampak keracunan ini beragam dengan musim dan tahun pertanaman karena perbedaan transpirasi dan translokasi Fe dalam tanaman (Sahrawat dan Diatta, 1995). Keracunan pada fase vegetatif awal (bibit) sangat memengaruhi pertumbuhan tanaman dan mengakibatkan penurunan hasil (Abifarin, 1988). Varietas padi beragam ketahanannya terhadap keracunan besi, karena perbedaan eksklusi Fe di daerah perakaran, pengurangan translokasi Fe, ketahanan Fe tinggi dalam jaringan tanaman, atau kombinasi dari faktor-faktor ini (Jayawardena, *et.al.*, 1977). Penilaian skor keracunan besi pada tanaman padi berdasarkan gejala yang muncul dapat dilakukan dengan menggunakan sistem evaluasi baku untuk padi. Evaluasi tersebut berdasarkan gejala pada daun dan kemampuan tanaman membentuk anakan (IRRI, 1996).

E. Penutup

Lahan rawa pasang surut sulfat masam tersedia cukup luas dan berpotensi untuk ditanami padi yang toleran keracunan besi. Lahan ini kaya dengan besi terlarut yang bersumber dari adanya lapisan pirit. Kelarutan Fe di lahan ini dapat mencapai ribuan mg/L dalam larutan tanah. Konsentrasi Fe sebesar 300–400 mg/kg dapat meracuni tanaman padi.

Besi di dalam tanah sulfat masam dapat berasal dari pelapukan atau transformasi mineral primer atau sekunder ataupun berasal dari dekomposisi bahan organik. Tanah sulfat masam di lahan pasang surut sering mengalami fluktuasi redoks. Besi adalah logam yang paling banyak terlibat dalam sebuah reaksi redoks di tanah. Kondisi hidrologis lahan memiliki keterkaitan yang sangat kuat terhadap kondisi redoks dan pH tanah. Tanah yang aerob bersifat oksidatif sehingga sebagian besar besi berada dalam bentuk Fe^{3+} , sebaliknya jika tanah dalam kondisi anaerob atau tergenang, maka Fe^{3+} akan tereduksi menjadi Fe^{2+} . Pola kelarutan besi di tanah sulfat masam sepanjang tahun secara alamiah lebih dipengaruhi oleh kelengasan tanah secara luas atau kondisi hidrologis lahan, konsentrasi Fe^{2+} akan meningkat mulai sekitar bulan ke-2 memasuki musim penghujan dan mencapai puncaknya pada pertengahan musim hujan.

Tanaman padi menyerap besi dalam bentuk Fe^{2+} , setelah masuk dalam korteks akar Fe^{2+} dapat mencapai xilem lewat jalur simplas melalui pita Casparian. Keracunan besi merupakan penyakit hara yang berhubungan dengan kelebihan konsentrasi Fe^{2+} dalam larutan tanah. Faktor-faktor yang memengaruhi keracunan pada satu varietas adalah (a) umur tanaman, (b) status hara tanaman, defisiensi K, Ca, Mg, P, dan Mn memperlemah daya eksklusi dan retensi akar, (c) kondisi media tumbuh, terutama pH rendah ($\text{pH} < 4$). Gejala *bronzing* dapat terjadi pada fase pertumbuhan bibit, fase vegetatif (pembentukan anakan awal dan maksimum), dan fase reproduktif (bunting dan keluarnya malai). Batas kritik keracunan besi pada daun muda padi adalah $> 300\text{--}500$ mg/kg pada fase pembentukan anakan sampai inisiasi malai, sedangkan batas optimumnya $100\text{--}150$ mg/kg Fe. Gejala keracunan besi secara visual berhubungan dengan akumulasi polifenol teroksidasi yang disebut "*bronzing*" atau "*yellowing*". Produksi polifenol teroksidasi tinggi akibat

meningkatkan aktivitas polifenol oksidase sehingga daun *bronzing*. Gejala keracunan besi berkorelasi negatif dengan hasil padi, semakin berat keracunan Fe semakin turun hasil padi.

Daftar Pustaka

- Audebert, A., & K. L. Sahrawat. 2000. "Mechanism for Iron Toxicity Tolerance in Lowland Rice". *J. Plant Nutr.*, 23, 1877–1885.
- Audebert, A. 2006a. "Diagnosis of Risk and Approaches to Iron Toxicity Management in Lowland Rice Farming". In Audebert A, LT Narteh, P Klepe, D Millar, and B Beks (Eds.). *Iron Toxicity in Rice-based Systems in West Africa*. Africa Rice Center WARDA, Cotonou, Benin. 175 p.
- Audebert, A. 2006b. "Iron Toxicity in Rice – Environmental Conditions And Symptoms". In Audebert, A., L.T. Narteh, P. Klepe, D. Millar, & B. Beks (eds.). *Iron Toxicity in Rice-based Systems in West Africa*. Cotonou, Benin: Africa Rice Center WARDA.
- BBSDLP. 2020. *Peta Lahan Rawa Indonesia Skala 1:50.000*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Barker, A. V. & D. J. Pilbeam. 2007. *Handbook of Plant Nutrition*. Boca Raton-London-New York: Taylor and Francis Group.
- Benckiser, G., JCG Ottow, S. Santiago, & I Watanabe. 1982. "Physicochemical Characterization of Iron Toxic Soil in Some Asian Countries". *IRRI Res. Pap. Ser.*, 85:1982.
- Benckiser, G., S. Santiago, H. Neue, I. Watanabe, & JCG Ottow. 2005. "Effect of Fertilization on Exudation, Dehydrogenase Activity, Population and Fe^{2+} Formation in the Rhizosphere of Rice (*Oryza sativa* L.) in Relation to Iron Toxicity". *Springer Netherlands*: 305-316.
- Bienfait, H. F. 1985. "Regulated Redox Processes at the Plasmalemma of Plant Root Cells and Their Function in Iron Uptake". *Journal for Bioenergy Biomembrane*, 17:73–83.
- Bodek, I., W. J. Lyman, W. F. Reehl, & D. H. Rosenblatt. 1988. *Environmental Inorganic Chemistry: Properties, Processes, and Estimation Methods*. SETAC Special Publication Series, B.T. Walton and R.A. Conway, editors. New York: Pergamon Press.

- Burton, E. D., R. T. Bush, L. A. Sullivan, & D. R. G. Mitchell. 2007. "Reductive Transformation of Iron and Sulfur in Schwertmannite-Rich Accumulations Associated with Acidified Coastal Lowlands". *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71; 4456-4473.
- Bush, R. T. 2000. *Iron Sulfide Micromorphology and Mineralogy in Acid Sulfate Soils: Their Formation and Behaviour*. Unpublished PhD thesis. Sydney: University of NSW.
- Cai, M. Z., A. C. Luo, X. Y. Lin, & Y. S. Zhang. 2003. "Nutrient Uptake and Partitioning in Rice Plant Under Excessive Fe^{2+} Stress". *J. Zhejiang Univ. Agric. & Life Sci.*, 29(3):305-310.
- Chevrier, N., F. Sarkan, & Y. S. Chung. 1988. "Oxidative Damages and Repair in *Euglena Gracilis* Exposed to Ozone". *Plant Cell Physiol.*, 29:321-327.
- De Datta, S. K., H. U. Neue, D. Senadhira, & C. Quijano. 1994. "Success in Rice Improvement for Poor Soils". In *Proc. of The Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stresses*. 1-4 August 1993. University of Nebraska, Lincoln, nebraska. INTSORMIL Publication, No. 94-2. Lincoln Nebraska, USA. pp. 248-268.
- Dobermann, A. & T. Fairhurst. 2000. *Rice. Nutrient Disorders & Nutrient Management*. Handbook series. Potash & Phosphate Institute (PPI). Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Rice Research Institute.
- Elstner, E. F. 1982. "Oxygen Activation and Oxygen Toxicity". *Ann. Rev. Plant Physiol.* (33): 73-96.
- Fahmi, A. & M Sarwani. 2013. "Does Rice Straw Application Reduce Iron Concentration and Increase Rice Yield in Acid Sulphate Soil". Dalam E. Husen, D. Nursyamsi, M. Noor, A. Fahmi, Irawan dan I.GP. Wigena (Eds.). *Proceeding of International Workshop on Sustainable Management of Lowland for Rice Production*. Banjarmasin, 27-28 September 2012. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. pp. 107-114.
- Fahmi, A. & I Khairullah. 2018. "Ameliorasi Tanah Sulfat Masam untuk Budidaya Padi". Dalam Masganti, et.al. (Eds.). *Inovasi Teknologi Lahan Rawa Mendukung Kedaulatan Pangan*. IAARD Press.

- Fahmi, A., B. Radjagukguk, & B. H. Purwanto. 2009. "Kelarutan Fosfat dan Ferro Pada Tanah Sulfat Masam yang Diberi Bahan Organik Jerami Padi". *Jurnal Tanah Tropika*, 14 (2): 119-125.
- Fairhurst, T., A. Dobermann, C. Quijano-Guerta, & V. Balasubramanian. 2002. "Mineral Deficiencies and Toxicities". In T. Fairhurst & C. Witt (Eds.), *Rice: A Practical Guide to Nutrient Management*. Potash & Phosphate Institute (PPI). Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Rice Research Institute (IRRI).
- Halliwell B and J M C Gutteridge. 1984. "Oxygen Toxicity, Oxygen Radicals, Transition Metals and Disease". *Biochem. J.*, 219: 1-14.
- Hanhart, K. & DV Ni. 1993. "Water Management of the Rice Field at Hoa An, Mekong Delta, Vietnam". Dalam D.L. Dent & M.E.F. Van Mesvoort (Eds.), *Selected Papers of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils*. International Land Reclamation Institute, Publication No. 53. Wageningen, The Netherland. pp. 161-176.
- Ikehashi, H. & F. N. Ponnamperuma. 1978. "Varieties Tolerance of Rice for Adverse Soils". In *Soil and Rice*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
- Ismunadji, M., W. S. Ardjasa, & H. R. Von Uexkull. 1989. "Increasing Productivity of Lowland Rice Grown on Iron Toxic Soil". Paper presented at *International Symposium on Rice Production on Acid Soils of Tropics*, June 26-30, 1989. Kandy, Sri Lanka.
- Ismunadji, M., L. N. Hakim, I. Zulkarnain, & F. Yazawa. 1973. "Physiological Disease of Rice in Cihea". *Contr. Cent. Res. Inst. Agric.*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. 4:10.
- Johnston, S. G., A. F. Keene, R. T. Bush, E. D. Burton, L. A. Sullivan, L. S. Isaacson, A. E. McElnea, C. R. Ahern, C. D. Smith, & B. Powell. 2011. "Iron Geochemical Zonation in a Tidally Inundated Acid Sulfate Soil Wetland". *Chemical Geology*, 280; 257-270.
- Kirk, G. 2004. *The Biogeochemistry of Submerged Soils*. Chicester, England: John Willey and Sons.
- Kim, J. & D. C. Rees. 1992. "Structural Models for the Metal Centers in the Nitrogenase Molybdenum-Iron Protein". *Science*, 257:1677-1682.

- Kirk, G. J. D. 2004. *The Biogeochemistry of Submerged Soils*. Chichester, UK: John Wiley and Sons.
- Kolling, M., M. Ebbert, & H. D. Schultz. 1999. "A Novel Approach to the Presentation of pE/pH Diagram". Dalam J. Schuring, H. D. Scultz, W. R. Fischer, J. Botcher, & W.H.M. Duijnisvelt. (Eds.). *Redox; Fundamentals, Processes and Applications*. New York, USA: Springer.
- Kyuma, K. 2004. *Paddy Soil Science*. Melbourne, Australia: Kyoto University Press dan Trans Pacific Press.
- Majerus, V., P. Bertin, & S. Lutts. 2007. "Effects of Iron Toxicity on Osmotic Potential, Osmolytes and Polyamines Concentrations in the African Rice (*Oryza glaberrima* Steud)". *Plant Science*, 173:96–105.
- Marschner. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Ed. London. San Diago; New York; Boston; Sydney; Tokyo; Toronto: Academic Press; Harcourt Brace and Company.
- Mengel, K. & E. Kirkby. 1987. *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute.
- Monteiro, H. P. & C. C. Winterbourn. 1988. "The Superoxide-Dependent Transfer of Iron from Ferritin to Transferrin". *Biochem. J.*, 256: 923–928.
- Neue, H. U. & Z. Z. Lin. 1989. "Chemistry of Adverse Flooded Soils". Dalam *Phosphorus Requirement for Sustainable Agriculture in Asia and Oceania*. IRRI. Los Banos, Laguna, Philippines. pp. 225–242.
- Noorsyamsi, H. & M. Sarwani. 1989. "Management of the Tidal for Food Crops: Southern Kalimantan Experiences". *IARD Journal*, (11): 18–24.
- Ottow, J. C. G., G. Benckiser, & I Watanabe. 1982. "Iron Toxicity of Rice as a Multiple Nutrition Soil Stress". In *Proc. of Symposium on Tropical Agricultural Research. Trop. Agric. Res.*, Series No. 15. Trop. 1 Agric. Res. Center. Ministry of Agric. Forestry and Fisheries, Japan. p. 167–179.
- Ottow, J. C. G., K. Prade, W. Bertenbreiter, & V. A. Jack. 1989. "Strategis to Alleviate Iron Toxicity of Wetland Rice on Acid Sulphate Soils". In Deturk, P. & F.N. Ponnampereuma (eds.). *Rice Production on Acid Soils of the Tropics*. Proceeding of International Symposium, Institute of Fundamental Study, Kandy, Sri Lanka, 26–30 June 1989.

- Oxmann, J. F., Q. H. Pham, & R. J. Lara. 2008. "Quantification of Individual Phosphorus Species in Sediment: A Sequential Conversion and Extraction Method. *European Journal of Soil Science*, 59; 1177-1190.
- Patrick, Jr. W. H. & A. Jugsujinda. 1992. "Sequential Reduction and Oxidation of Inorganic Nitrogen, Manganese, and Iron in Flooded Soil". *Soil Science Society of America Journal*, 56; 1071-1073.
- Patrick, Jr. W. H. & K. R. Reddy. 1978. "Chemical Changes in Rice Soils". Dalam *Soil and Rice*. Los Banos, The Philippines: IRRI. pp. 361-379.
- Patrick, Jr. W. H. & R. E. Henderson. 1981. "Reduction and Reoxidation Cycles of Manganese and Iron in Flooded Soil and in Water Solution". *Soil Science Society of America*, 45; 855-859.
- Peterson, D. A. 1991. "Enhanced Electron Transfer by Unsaturated Fatty Acids and Superoxide Dismutase". *Free Radicals Res. Comm.*, 12/13:161-166.
- Ponnamperuma, F. N. 1977b. "Physico-Chemical Properties of Submerged Soil in Relation to Fertility". *IRRI Research Paper Series*, No. 5. Int. Rice Res. Ins., Los Banos, The Philippines.
- Ponnamperuma, F. N., R. Bradfield, & M. Peech. 1955. "Physiological Disease of Rice Attributable to Iron Toxicity". *Nature*, 175: 265.
- Ponnamperuma, F. N. 1984. "Effects of Flooding on Soils". Dalam T. Kozlowski (Ed.). *Flooding and Plant Growth; Physical Ecology*. A Series Monographs, Text and Treatises. USA: Academic Press Inc. Harcourt Brace Javanovich Publisher. pp. 10-45.
- Ponnamperuma, F. N., T. Attanadana, & G. Beye. 1973. "Amelioration of Three Acid Sulfate Soils for Lowland Rice". Dalam *Acid Sulfate Soils, Proceedings of the International Symposium on Acid Sulfate Soils, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Publication*, No. 18, Vol. II, Wageningen, The Netherlands. pp. 391-406.
- Puslitbangan. 1991. *Sumber Pertumbuhan Produksi Padi dan Kedelai*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Reddy, K. R. & R. D. DeLaune. 2008. *The Biogeochemistry of Wetlands; Science and Applications*. New York, USA: CRC Press.
- Reichard, P. 1993. "From RNA to DNA, Why So Many Ribonucleotide Reductase?". *Science*, 260 : 1773-1777.

- Ritchie, A.M. 1994. "Sulfide Oxidation Mechanisms: Controls and Rates of Oxygen Transport". Dalam J.L. Jambor & D.W. Blowes (Eds.). *Short Course Handbook on Environmental Geochemistry of Sulfide Mine-Waste*. Nepean: Mineralogical Association of Canada. 22; 201-244.
- Rorison, I. H. 1973. "The Effect of Extreme Soil Acidity on the Nutrient and Physiology of Plants". *Acid Sulfate Soils*, Proceedings of the International Symposium on Acid Sulfate Soils. Publ. 18. Vol. II, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands. pp. 391-406.
- Rose, A. W. & C. A. Cravotta III. 1998. "Geochemistry of Coal Mine Drainage". Dalam K.B.C. Brady, M.W. Smith, & J. Schueck. (Eds.). *Coal Mine Drainage Prediction and Prevention in Pennsylvania*. Pennsylvania Dept. Environ Protection, Harrisburg. pp. 1-22.
- Sahrawat, K. L. 2004. "Iron Toxicity in Wetland Rice and the Role of Other Nutrients". *Journal of Plant Nutrition*, 27 (8); 1471-1504.
- Revsbech, N. P., B. B. Jorgensen, & T. H. Blackburn. 1980. "Oxygen in the Sea Bottom Measured with a Microelectrode". *Science*, 207: 1355-1356.
- Siedow, J. N. 1991. "Plant Lipooxygenase: Structure and Function". *Ann. Rev. Plant Physiol Plant Mol. Biol.*, 42: 145-188.
- Smith, B. N. 1984. "Iron in Higher Plants Storage and Metabolic Role". *J. of Plant Nutrition*, 7:759-766.
- Stucky, J. W. 2006. "Properties and Behaviour of Iron in Clay Minerals". Dalam F. Bergaya, BKG Theng, & G. Lagaly (Eds.). *Handbook of Clay Science. Development in Clay Science*, Vol. 1, Elsevier.
- Tadano, T. & S. Yoshida. 1978. "Chemical Changes in Submergence Soils and Their Effect on Rice Growth". In *Soil and Rice*. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, The Philippines.
- Tanaka, A. & S. Yoshida. 1970. "Nutritional Disorders of the Rice Plant in Asia". *Int. Rice Res. Inst. Tech. Bull.* 10. 51p. Int. Rice Res Inst., Los Banos, The Philippines.
- Tanaka, A. & S. Yoshida. 1972. "Nutritional Disorders of the Rice Plant in Asia". *IRRI Technical Bulletins*, International Rice Research Institute (IRRI).

- Tanaka, A. & T. Tadano. 1969. "Studies on the Iron Nutrition of Rice Plants. 1. Absorbtion and Distribution of Iron in Rice Plant as Affected by the Level of Iron in the Culture Solution". *J. Sci. Soil Manure*, Japan, 40:380-384.
- Thompson, J. E. & R. L. Legge. 1987. "The Role of Free Radicals in Senescence and Wounding". *New Phytol*, 105 : 317-344.
- Thongbai, P. & B. A. Goodman. 2000. "Free Radical Generation and Post-Anoxic Injury in Rice Grown in an Iron-Toxic Soil". *J. Plant Nutr.*, 23: 1887-1900.
- Breemen, N. Van. 1973. "Soil Forming Processes in Acid Sulphate Soils". Dalam H. Dost. (Ed). *Proceeding of the International Symposium on Acid Sulphate Soils*, 13-20 August 1972. Wageningen, pp. 66-130.
- Breemen, N. Van. 1976. *Genesis and Solution Chemistry of Acid Sulphate Soils in Thailand*. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation.
- Breemen, N. Van & F. R. Moormann. 1978. "Iron Toxic Soils". In *Soils and Rice*. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, The Philippines. pp. 781-799.
- Breemen, N. Van & P. Buurman. 2002. *Soil Formation*. 2nd Edition. Dordrecht. USA: Kluwer Academic Publisher.
- Mensvort, M. E. F. Van & D. L. Dent. 1998. "Acid Sulfate Soils". In R. Lal, W. H. Blum, C. Valentine & B. A. Stewart (Eds.). *Methods of Assessment of Soil Degradation*. Florida: CRC Press. pp. 301-335.
- Virmani, S. S. 1977. "Varietal Tolerance of Rice to Iron Toxicity in Liberia". *Int. Ric. Res. Newsl.*, 2(1):4-5
- Vladimirov, Y. A. 1980. "Lipid Peroxidation in Mithochondrial Membarane". *Adv. Lipid Res.*, 17 : 409-423.
- Widjaja-Adhi, I. P. G., D. A. Suriadikarta, M. T. Sutriadi, I. G. M. Subiksa, & I. W. Suastika. 2000. "Pengelolaan, Pemanfaatan, dan Pengembangan Lahan Rawa". Dalam Adimihardja, A., L.I. Amien, F. Agus, & D. Jaenuddin (Eds.). *Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Yamauchi, M. 1989. "Rice Bronzing in Nigeria Caused by Nutrients Imbalances and its Control by Pottasium Sulphate Aplication". *Plant and Soils*, (117):275-286.

- Yamauchi, M. & X. X. Peng. 1995. "Iron Toxicity and Stress Induced Ethylene Production in Rice Leaves". *Plant Soil*, (173):21–28.
- Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. The Philippines: Int. Rice Res. Inst., Los Banos.
- Zahrai, S. K., M. E. E. Madden, A. S. Madden, & J. D. Rimstidt. 2013. "Na-Jarosite Dissolution Rates: The Effect of Mineral Composition on Jarosite Lifetimes". *Icarus*, 223; 438–443.



BAB 8

PERSPEKTIF PENGEMBANGAN TANAMAN UBI KAYU DI LAHAN RAWA PASANG SURUT SULFAT MASAM

R. Smith Simatupang, Muhammad Saleh, dan
Rusmila Agustina

Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email: rsmith_simatupang@yahoo.co.id

A. Ringkasan

Tantangan pada masa akan datang adalah penyediaan pangan yang cukup dan berkesinambungan bagi seluruh bangsa Indonesia. Pangan utama bangsa Indonesia adalah beras, yaitu sebagai sumber utama karbohidrat, dan ini akan terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Oleh karena itu, untuk memenuhi permintaan pangan utama, perlu dicarikan sumber karbohidrat alternatif pengganti beras. Ada enam jenis komoditas pangan yang dikembangkan sebagai sumber karbohidrat non-beras yang potensial, salah satunya adalah ubi kayu. Ubi kayu sudah dibudidayakan secara turun-temurun oleh sebagian besar petani, bahkan ada yang menjadikan ubi kayu sebagai pangan utama, pengganti beras pada masa paceklik dan zaman penjajahan. Umumnya ubi kayu ditanam di lahan kering/tegalan, produktivitas rata-rata nasional ubi kayu sekitar 21,55 ton per hektare, dan di dunia produktivitas ubi kayu Indonesia termasuk urutan ke sembilan. Semakin menyempitnya lahan pertanian subur akibat terkonversi dan beralih fungsi, maka lahan rawa pasang surut menjadi penting dalam pembangunan pertanian. Di kawasan lahan rawa pasang surut, ubi kayu sudah ditanam oleh warga

transmigrasi dan hasil panen digunakan sebagai tanaman penyangga pangan keluarga ketika panen tanaman utama (padi) belum berhasil dan menjadi salah satu sumber pendapatan (*cash flow*) bagi petani untuk memenuhi kebutuhan keluarga. Peluang dan prospek pengembangan ubi kayu di lahan rawa pasang surut sangat besar dan sangat mungkin dilakukan. Hasil penelitian produktivitas ubi kayu di lahan rawa pasang surut mencapai 25–38 ton/ha umbi basah. Berdasarkan potensi lahan rawa pasang surut yang tersedia, sekitar 2,57 juta ha lahan sulfat masam dijumpai pada lahan dengan tipe luapan C dan D, dan merupakan lahan tegalan. Inovasi teknologi budi daya tanaman ubi kayu di lahan rawa pasang surut sulfat masam sudah tersedia dan siap diimplementasikan dalam skala luas untuk mendukung usaha peningkatan produksi ubi kayu nasional. Suksesnya pengembangan tanaman ubi kayu di lahan rawa pasang surut sulfat masam, perlu didukung dengan kebijakan oleh pemerintah berupa regulasi yang dapat merangsang pemilik modal dan menanamkan modalnya untuk mengembangkan tanaman ubi kayu skala luas. Selain itu, aspek pasar juga perlu diperhatikan sehingga dapat mendorong bagi petani dan pengembang lainnya.

B. Pendahuluan

Lahan sulfat masam merupakan salah satu tipologi lahan yang dijumpai di lahan rawa pasang surut, di Indonesia luasnya mencapai 8,77 juta hektare (Nursyamsi, *et.al.*, 2014). Lahan sulfat masam memiliki karakter kimia yang sangat spesifik, yakni ditemukannya lapisan sulfida/pirit (FeS_2) di lapisan tanah 50–100 cm dengan kadar $>2\%$, kemasaman tanah sangat tinggi (pH tanah $<4,0$) dan secara umum kesuburan alami tanahnya sangat rendah sehingga produktivitas tanaman juga sangat rendah (Dent, 1986; Nursyamsi, *et.al.*, 2014; Susilawati, *et.al.*, 2016). Namun demikian, lahan sulfat masam ini cukup prospektif untuk pengembangan komoditas ubi kayu. Hal ini tecermin dari keragaan tanaman ubi kayu yang banyak ditanam di kawasan pemukiman transmigrasi terutama yang baru berkembang karena tanaman ubi kayu mudah tumbuh.

Di Indonesia, tanaman ubi kayu sudah dibudidayakan secara turun-temurun oleh sebagian besar masyarakat, dan merupakan salah satu bahan pangan pengganti beras yang cukup penting dalam menopang

ketahanan pangan dan sebagai sumber perekonomian suatu wilayah, bahkan di beberapa daerah digunakan sebagai bahan makanan pokok (Saleh dan Widodo, 2007; Nuryati, *et.al.*, 2016). Di lahan rawa pasang surut khususnya pada kawasan pemukiman transmigrasi tanaman ubi kayu cukup banyak dibudidayakan petani, digunakan sebagai tanaman penyangga pangan keluarga ketika panen tanaman utama (padi) belum berhasil dan menjadi salah satu sumber pendapatan (*cash flow*) bagi petani untuk memenuhi kebutuhan keluarga.

Lahan rawa pasang surut Kalimantan berpotensi untuk pengembangan budi daya ubi kayu, terutama pada lahan rawa pasang surut dengan tipe luapan C dan D (Balitkabi, 2017). Selain pada lahan hamparan, umumnya petani menanam ubi kayu di lahan rawa pasang surut dengan sistem surjan menggunakan ukuran surjan yang beragam. Produktivitas ubi kayu sangat beragam tergantung varietas yang ditanam. Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan pada tipe luapan C dengan tipologi lahan sulfat masam menggunakan ubi kayu varietas unggul seperti Adira-4, UJ-5, Kaspro, dan Malang-6 didapat hasil berkisar antara 46,0–55,5 ton/ha umbi basah (Sudaryono, 2017). Hasil ubi kayu tersebut sangat tinggi dan jauh di atas rata-rata hasil ubi kayu nasional yakni 21,55 ton/ha (Nuriaty, *et.al.*, 2016). Ini menunjukkan bahwa komoditas ubi kayu sangat potensial dikembangkan di lahan rawa pasang surut sulfat masam.

Peranan ubi kayu dalam pola konsumsi pangan di Indonesia sangat besar yakni sebagai pengganti bahan pangan utama (beras), sehingga menjadi salah satu produk pertanian yang dapat menjaga atau menjadi salah satu komponen ketahanan pangan nasional. Di sektor ekonomi, ubi kayu menjadi salah satu bahan baku industri dan pakan ternak. Ubi kayu juga sebagai komoditas berbagai kegunaan (*useful crop*), di mana umbinya adalah komponen hasil yang terpenting (Saleh dan Widodo, 2007; Suwanto, 2012). Ubi kayu juga dikenal sebagai umbi yang memiliki banyak khasiat atau manfaat, yakni sebagai antioksidan, antikanker, antitumor, dan dapat meningkatkan nafsu makan. Ubi kayu juga mampu menyembuhkan beragam penyakit. Di samping itu, ubi kayu sebagai bahan baku industri merupakan sumber energi yang lebih tinggi dibanding padi, jagung, ubi jalar, dan sorgum (Nuryati, *et.al.*, 2016). Ubi kayu juga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi bioethanol mensubstitusi premium. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa bioethanol dapat digunakan sebagai bahan campuran premium hingga kandungan 20% (Atman, 2011).

Perkembangan produksi ubi kayu nasional selama 10 tahun (2008 s.d. 2018) relatif stabil meskipun pada periode tahun 2008 s.d. 2016 cenderung tinggi di atas 20 juta ton, dan pada tahun 2016 seterusnya cenderung menurun yakni kurang dari 20 juta ton (BPS, 2015; BPS, 2019). Pada 3 tahun terakhir (2019, 2020, dan 2021) produksi ubi kayu masih menurun masing-masing sebesar 16,36, 16,59, dan 16,76 juta ton (Sumbogodjati, 2022). Meskipun demikian, Indonesia memberikan kontribusi sebesar 4,97% dari total produksi ubi kayu di dunia dan berada pada urutan ke lima. Produktivitas ubi kayu Indonesia rata-rata sebesar 21,55 ton per hektare, dan termasuk pada urutan ke sembilan produktivitas ubi kayu tertinggi dunia di mana pada posisi urutan pertama adalah Negara India sebesar 39,09 ton per hektare dan posisi terendah adalah Negara Thailand sebesar 20,82 ton per hektare. Pola perkembangan luas panen ubi kayu di Indonesia dari waktu ke waktu berfluktuasi dan cenderung mengalami penurunan dan hal ini berpengaruh terhadap produksi ubi kayu nasional (Nuriaty, *et.al.*, 2016; Suwanto, 2012).

Pembudidayaan ubi kayu di Indonesia dilakukan di seluruh provinsi, namun secara proporsional kontribusinya terhadap produksi ubi kayu nasional besarnya berbeda-beda setiap provinsi. Provinsi yang kontribusinya besar adalah Lampung 33,93%, Jawa Tengah 16,68%, Jawa Timur 15,71%, Jawa Barat 9,21%, Sumatra Utara 6,10%, Daerah Istimewa Yogyakarta 3,99%, Nusa Tenggara Timur 3,25%, Sulawesi Selatan 2,34%, dan provinsi lainnya secara kumulatif 8,79% (Nuryati, *et.al.*, 2016). Berdasarkan data ini, dapat diartikan bahwa tanaman ubi kayu sudah menjadi komoditas yang digemari dan dibudidayakan di seluruh wilayah/provinsi di Indonesia.

Tingkat konsumsi masyarakat terhadap komoditas ubi kayu berubah seiring dengan perjalanan waktu dan cenderung menurun disebabkan perubahan pola konsumsi dan meningkatnya kesejahteraan. Berdasarkan data dapat dijelaskan bahwa secara absolut tingkat konsumsi masyarakat per kapita terhadap ubi kayu pada tahun 1993 mencapai angka tertinggi, yaitu sebesar 12,78 kilogram per tahun, dan pada tahun 2020 diprediksi bahwa tingkat konsumsi akan menurun menjadi 2,15 kilogram per kapita per tahun. Kondisi seperti ini disebabkan adanya perubahan selera dan pola konsumsi masyarakat dari jenis makanan tradisional beralih jenis ke makanan yang lebih mewah seperti jenis Dunkin Donut dan Pizza Hut.

Selain itu, ubi kayu juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri non-pangan seperti farmasi, kosmetik, detergen, plastik, kertas, tekstil, lem, dan industri energi seperti bahan bakar nabati (biodiesel) dan bioethanol (Sudaryono, 2017).

Tulisan ini bertujuan menghimpun informasi hasil-hasil penelitian inovasi teknologi budi daya ubi kayu di lahan rawa pasang surut. Data yang dihimpun, selanjutnya disintesis dan dipublikasi sebagai karya tulis ilmiah supaya dapat dimanfaatkan oleh para pengguna (*stakeholder*) untuk mendukung pengembangan ubi kayu di lahan sulfat masam.

C. Lahan Sulfat Masam

1. Potensi dan Sebaran Lahan Sulfat Masam

Lahan sulfat masam merupakan salah satu tipologi lahan yang dijumpai di lahan rawa pasang surut. Di Indonesia total luas lahan rawa mencapai 34,93 juta hektare, dibedakan atas rawa pasang surut sekitar 8,35 juta hektare, rawa lebak sekitar 14,93 juta hektare, dan rawa gambut sekitar 14,93 juta hektare terdapat pada beberapa pulau besar, yakni Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua (Ritung, *et.al.*, 2015; BBSDLP, 2018; 2020). Dari total luas lahan rawa pasang surut (8,35 juta hektare), sekitar 6,70 juta hektare merupakan tipologi lahan sulfat masam yang tersebar pada beberapa pulau, masing-masing luasnya, yaitu Kalimantan sekitar 3,45 juta hektare, Sumatra sekitar 1,81 juta hektare, Papua sekitar 2,93 juta hektare, dan Pulau Sulawesi sekitar 0,58 juta hektare (Nursyamsi, *et.al.*, 2014).

Berdasarkan potensi lahan yang tersedia, sekitar 2,57 juta hektare lahan sulfat masam yang dijumpai di lahan rawa pasang surut merupakan lahan tipe luapan C dan D. Lahan tipe luapan C dan D merupakan kawasan lahan rawa yang hampir sepanjang tahun kecuali pada musim hujan kondisi lahannya kering (seperti lahan tegalan). Oleh karena itu, lahan dengan tipe luapan C dan D adalah lahan yang potensial dan sangat prospektif, dan merupakan lahan yang sesuai untuk pengembangan tanaman palawija termasuk salah satu di antaranya ubi kayu (Cahyana, *et.al.*, 2013; Irawan, 2019).

Di kawasan lahan rawa pasang surut, sudah banyak ubi kayu (singkong) ditanam dan dikembangkan oleh petani sebagai tanaman penyangga (untuk konsumsi keluarga) sebelum panen padi khususnya

di wilayah pemukiman transmigrasi di kawasan lahan rawa pasang surut (Balitkabi, 2017; Fitriani, *et.al.*, 2019). Umumnya, tanaman ubi kayu ditanam di lahan pekarangan dan galangan-galangan sawah. Meskipun demikian, beberapa warga transmigrasi ada juga yang sudah menanam ubi kayu pada areal yang relatif luas sehingga hasil panennya dapat dijadikan sebagai sumber pendapatan.

2. Karakteristik Lahan Sulfat Masam

Lahan sulfat masam dibentuk oleh tanah yang bertekstur liat (*clay*), lempung (*loam*), dan sebagian berpasir (*sandy*). Lahan sulfat masam memiliki karakteristik kimia yang sangat spesifik, yakni dijumpainya lapisan sulfida/pirit (FeS_2) di dalam tanah pada kedalaman <50 cm di bawah permukaan tanah dengan kadar >2%, kemasaman tanah sangat tinggi (pH tanah <4,0), kahat unsur hara makro dan mikro, produktivitas lahannya sangat rendah sehingga daya dukung lahan terhadap tanaman tergolong rendah (Dent, 1986; Subagyo, 2006; Susilawati, *et.al.*, 2016). Karakteristik kimia dan fisik tanah sulfat masam secara umum dijelaskan dalam Tabel 22.

Tabel 22. Karakteristik Tanah Sulfat Masam di Lahan Rawa Pasang Surut

Sifat Fisiko-Kimia Tanah	Lahan Potensial	Lahan Sulfat Masam		
	Tipe A	Tipe B	Tipe C	Tipe B/C
pH	5,31	3,93	3,70–3,69	3,46–4,74
C-Organik (%)	4,55	9,75	7,10–7,50	4,0–6,97
N-total (%)	0,20	0,59	0,27–0,48	0,12–0,21
P_2O_5 tersedia (ppm)	25,3	-	0,25–23,55	1,57
EC (uS/am)	561,5	172,9	301,0	40,0
Kation dapat dipertukarkan				
• K (cmol/kg)	0,70	0,40	0,32	2,04
• Na (cmol/kg)	4,65	0,15	0,39	2,76
• Al (cmol/kg)	0,60	7,50	13,25	5,21
Kejenuhan basah (%)	81	26	-	4,40–28,78
Tekstur (%)				
• Liat	56	36	56	54
• Debu	43	61	43	45
• Pasir	1	1	1	1

Sumber: Susilawati, *et.al.* (2016)

Kemasaman tanah lahan sulfat masam yang sangat tinggi, di mana pH tanahnya di bawah 4,0 menjadi faktor pembatas dalam budi daya tanaman ubi kayu. Ubi kayu menghendaki kondisi tanah yang agak masam sampai basa, yaitu dengan kemasaman tanah sekitar 4,5–8,0, idealnya ubi kayu tumbuh baik pada pH tanah 5,8 (Shiddig, *et.al.*, 2014; Yesaya, *et.al.*, 2020). Lahan sulfat masam yang pH tanahnya di bawah 4,0, memerlukan pengelolaan lahan untuk menaikkan pH tanah supaya dapat digunakan sebagai areal budi daya. Oleh karena itu, pengelolaan lahan melalui pemberian bahan amelioran menjadi salah satu syarat untuk meningkatkan pH tanah dan kesuburan tanah supaya dapat mendukung pertumbuhan tanaman ubi kayu (Maftu'ah dan Susilawati, 2019). Perbaikan karakter kimia tanah lahan sulfat masam menjadi suatu syarat dan keharusan untuk meningkatkan daya dukung lahan terhadap tanaman supaya tanaman ubi kayu dapat tumbuh baik dan menghasilkan umbi yang maksimal.

3. Kesesuaian Lahan Sulfat Masam untuk Ubi Kayu

Tanah yang paling cocok untuk budi daya tanaman ubi kayu adalah tanah yang memiliki struktur remah, gembur, tidak terlalu liat dan tidak terlalu poros serta kaya akan bahan organik dan tanah yang subur. Tanah dengan struktur remah/gembur mempunyai tata udara (aerasi) yang baik, dapat mendorong pertumbuhan perakaran tanaman, longgarnya tanah menyebabkan unsur-unsur hara akan lebih mudah tersedia bagi tanaman. Pertumbuhan tanaman ubi kayu yang lebih baik dan maksimal memerlukan kondisi tanah yang memiliki dan kaya dengan bahan organik termasuk kaya dengan unsur hara makro maupun mikro. Tanah dengan struktur yang gembur merupakan salah satu syarat yang diperlukan oleh ubi kayu karena hasil ubi kayu diperoleh dalam bentuk umbi (Irawan, 2019). Tanah yang keras dan padat/kompak akan menghambat perkembangan umbi ubi kayu dan akan mengganggu pelaksanaan panen sebab umbi ubi kayu dapat terlepas dari batangnya tertinggal di dalam tanah (Wahyudi, 2019).

Lahan sulfat masam adalah jenis tanah yang dibentuk oleh liat, lempung dan sebagian mengandung pasir. Jadi, pada umumnya tanah sulfat masam secara fisik memiliki struktur tanah yang kompak dan padat, dan secara kimia juga memiliki karakter yang kurang mendukung bagi perkembangan tanaman sehingga lahan sulfat masam ini termasuk

dalam kategori lahan bermasalah (lahan suboptimal). Secara umum pada lahan sulfat masam ditemukan beberapa faktor pembatas produksi untuk pembangunan pertanian (Noor, *et.al.*, 2014). Sesuai dengan kelas kesesuaian lahan, maka lahan sulfat masam termasuk dalam kelas sesuai bersyarat (S3), untuk tanaman ubi kayu lahan sulfat masam termasuk dalam kelas sesuai marginal (Apala, *et.al.*, 2015). Oleh karena itu, pemanfaatan lahan sulfat masam untuk pertanian memerlukan input yang banyak seperti bahan amelioran dan pupuk untuk memperbaiki sifat kimia dan kesuburan tanahnya.

Berdasarkan karakteristik lahan sulfat masam, maka lahan sulfat masam ini dapat dikatakan kurang sesuai untuk pengembangan tanaman ubi kayu. Meskipun demikian, dengan pengelolaan lahan melalui pemberian bahan amelioran dan pemupukan, tanaman ubi kayu dapat tumbuh dan berkembang baik serta dapat memberikan hasil yang cukup memuaskan sesuai dengan potensi hasilnya (Balitkabi, 2017). Untuk pengembangan tanaman ubi kayu di lahan sulfat masam, inovasi teknologi sudah tersedia dan siap untuk diimplementasikan dalam skala luas. Meskipun inovasi teknologinya sudah siap, pengembangan tanaman ubi kayu ini memerlukan dukungan dari aspek sosial ekonominya.

D. Teknologi Inovatif Budi Daya Ubi Kayu

1. Pemilihan Bibit dan Varietas Unggul

Salah satu proses/langkah yang harus dilakukan dan merupakan tahapan kegiatan dalam budi daya ubi kayu adalah pemilihan bibit dan varietas unggul. Mengapa bibit ubi kayu harus dipilih dan harus bibit unggul? Hal ini disebabkan bibit merupakan bahan tanam yang menentukan pertumbuhan dan hasil sehingga untuk memperoleh hasil yang tinggi diperlukan bibit yang berkualitas dan unggul, artinya memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap kondisi tanah dan memiliki potensi hasil yang tinggi serta memiliki keunggulan dibandingkan dengan varietas lainnya (Sundari, 2010). Bibit ubi kayu yang akan ditanam adalah bagian batangnya, dipilih bagian yang sudah cukup tua, ditanam dalam bentuk stek batang berdiameter sekitar 2,5 cm dan panjangnya sekitar 15-25 cm, idealnya sekitar 20-25 cm seperti dalam Gambar 9 (Balitbangtan, 2011).

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan bibit ubi kayu yang harus dimiliki keunggulan agronomis, antara lain: (a) potensi hasil tinggi; (b) kadar pati tinggi; (c) toleran terhadap keasaman tanah dan tahan kekeringan; (d) umur panen fleksibel (tidak terlalu panjang/lama); dan (e) fleksibel dalam usaha tani. Selain itu, dalam pemilihan bibit ubi kayu, hal yang sangat perlu diperhatikan adalah bibit harus berasal dari tanaman induk yang berumur 10–12 bulan dan cukup tua, tanaman ubi kayu harus tumbuh normal dan sehat, batang ubi kayu yang akan digunakan menjadi bibit sudah berkayu dan memiliki diameter kurang lebih 2,5 cm, bentuk batangnya lurus, dan sebaiknya batang ubi kayu yang dijadikan bibit belum bertunas (Balitkabi, 2017).



Gambar 9. Stek Batang Ubi Kayu yang Dipersiapkan untuk Bibit (Bahan Tanam)

Sumber: <https://www.tokopedia.com/arsyastore18/bibit-pohon-singkong>

Varietas ubi kayu yang umum digunakan dan banyak ditanam oleh petani adalah varietas Adira 1, 2, dan 4, UJ 3 dan 5, Malang 1, 2, 4, dan 6, Darul Hidayah dan Litbang UK 2 (Muhammad, 2020). Hasil penelitian pengujian adaptasi beberapa klon unggul ubi kayu di lahan sulfat masam yang dilaksanakan di Desa Simpang Jaya, Desa Kolam Makmur, dan Desa Sidomulyo, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan pada tahun 2015–2016, dilaporkan bahwa beberapa varietas/klon tanaman ubi kayu cukup adaptif dan prospektif untuk dikembangkan. Adapun

hasil umbi beberapa klon/varietas ubi kayu yang diperoleh melalui penelitian tersebut disajikan dalam Tabel 23.

Tabel 23. Hasil Umbi Beberapa Varietas Ubi Kayu yang Ditanam pada Musim Kemarau di Lahan Sulfat Masam di Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan

Klon/Varietas	Desa Simpang Jaya		Desa Sidomulyo		Desa Kolam Makmur	
	Hasil (t/ha)	Kadar Pati (%)	Hasil (t/ha)	Kadar Pati (%)	Hasil (t/ha)	Kadar Pati (%)
Mentega	-	-	30,17	18,87	35,16	15,87
Kristal	31,74	18,75	27,93	17,13	24,74	15,73
CMM 2048-6	36,67	18,10	31,03	18,54	-	-
Ketan Jabung	32,42	17,94	33,43	18,48	-	-
Gajah	-	-	38,28	16,67	33,84	15,09

Sumber: Data diolah dari Balitkabi (2017), tanda - : tidak ada data

2. Penyiapan Lahan dan Pengolahan Tanah

Areal untuk pertanaman ubi kayu dapat dilakukan di lahan bukaan baru yang sebelumnya merupakan semak belukar dan lahan bekas pertanaman ubi kayu atau jenis tanaman palawija lainnya. Oleh karena itu, sebelum lahan tersebut digunakan untuk budi daya ubi kayu terlebih dahulu dipersiapkan sedemikian rupa yang meliputi tahap pekerjaan, yaitu pembersihan lahan agar lahan bersih dari gulma maupun tanaman sebelumnya, kemudian dilakukan pengolahan tanah (Irawan, 2019). Pengolahan tanah yang pertama bisa dilakukan menggunakan bajak atau luku yang tujuannya untuk membongkar dan membalik tanah, kemudian dilakukan pengolahan tanah kedua, tujuannya untuk menghancurkan bongkahan tanah dan menggemburkan tanah sehingga mudah ditanami ubi kayu. Namun, sebelumnya dilakukan pemberian bahan amelioran berupa kapur atau pupuk kandang. Pemberian kapur dan pupuk kandang bertujuan untuk memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah yang dilakukan setelah pengolahan tanah pertama sehingga pada saat olah tanah kedua kapur dan pupuk kandang dapat tercampur secara merata dan memberikan pengaruh yang baik.

Lahan sulfat masam jenis tanah yang dibentuk oleh liat, lempung sedikit pasir, maka umumnya struktur tanahnya padat dan kompak (keras) bahkan pada musim kemarau tanahnya bisa mengalami pecah-

pecah (*cracking*) (Gambar 10). Oleh karena itu, lahan sulfat masam apabila dimanfaatkan untuk areal pertanaman ubi kayu sebaiknya tanahnya diolah terlebih dahulu agar menjadi gembur. Tanah yang gembur memudahkan menancapkan bibit ubi kayu ke dalam tanah. Selain itu, pengolahan tanah dapat menciptakan aerasi tanah yang baik sehingga pertumbuhan tanaman menjadi baik.



Gambar 10. Kondisi Tanah Lahan Sulfat Masam Ketika Mengalami Kekeringan

Sumber: Dokumentasi penulis (2019)

Tanaman ubi kayu menghendaki kondisi tanah yang gembur supaya tumbuh dan berkembang baik, terutama untuk pertumbuhan dan perkembangan umbinya yang berada di dalam tanah. Oleh karena itu, pengolahan tanah merupakan hal yang penting dan menjadi kegiatan paling awal dilakukan pada budi daya ubi kayu. Tanah yang diolah dengan sempurna, kondisi tanahnya akan gembur apalagi ditambahkan pupuk kandang, bibit ubi kayu akan mudah ditanam (ditancapkan), ubi kayu tumbuh cepat dan pertumbuhannya akan subur serta pembentukan umbi juga akan berlangsung lebih baik.

Intensitas pengolahan tanah sangat tergantung dengan kondisi tanah, antara lain: (a) pada tanah yang kondisinya padat dan kompak (keras) memerlukan pengolahan tanah yang lebih intensif untuk menghasilkan kondisi tanah yang gembur, yaitu tanah diolah dengan cara dicangkul/dibajak 1-2 kali kemudian digemburkan dan diratakan; sedangkan (b) pada tanah yang kondisinya tidak keras dan relatif gembur, pengolahan tanahnya dapat dilakukan dengan cara dibajak dan diratakan cukup satu kali (Balitbangtan, 2011). Alat pengolahan tanah yang digunakan untuk mengolah tanah tergantung dengan ketersediaan

alat dan sarana yang tersedia atau setidaknya-tidaknya dengan cangkul yang dimiliki oleh petani.

3. Sistem Tanam, Jarak Tanam, dan Populasi

a. Sistem Tanam

Ubi kayu di lahan rawa pasang surut ditanam dengan dua sistem, yaitu (a) ubi kayu ditanam pada hamparan lahan; dan (b) ubi kayu ditanam pada lahan bagian surjan. Sistem mana yang digunakan oleh petani untuk menanam ubi kayu tergantung dengan kondisi lahan (lahan sudah ditata dengan sistem surjan atau lahan belum ditata), tipe luapan lahan dan tujuan menanam ubi kayu (untuk konsumsi keluarga atau untuk tujuan produksi). Pertanaman ubi kayu pada lahan surjan biasanya populasinya tidak banyak, dan biasanya sebagai tanaman sela dan hasilnya dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan keluarga. Pertanaman ubi kayu dengan sistem ini banyak ditemukan pada lahan rawa pasang surut tipe luapan B yang lahannya sudah ditata dengan sistem surjan. Sementara itu, pertanaman ubi kayu yang ditanam pada hamparan lahan (skala luas) dan untuk industri banyak dijumpai pada lahan rawa pasang surut dengan tipe luapan C dan D (Balitkabi, 2017).

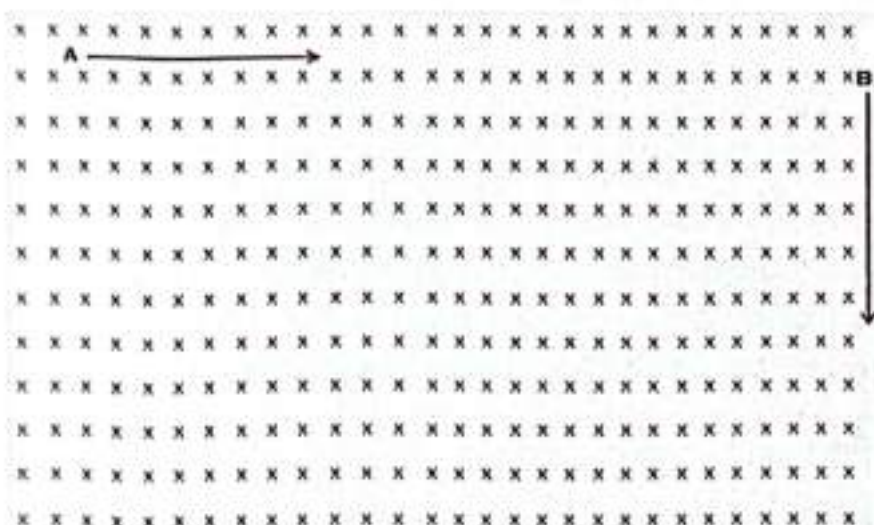
b. Jarak dan Populasi Tanam

Jarak tanam erat hubungannya dengan populasi tanaman per satuan luas areal tanam. Pengaturan jarak tanam tergantung dengan luas areal tanam, kondisi lahan yang akan ditanami misalnya ubi kayu ditanam pada hamparan lahan atau pada lahan surjan dan/atau pada pematang sawah, varietas ubi kayu yang ditanam, ketersediaan jumlah bibit/stek ubi kayu yang akan ditanam dan kesuburan tanahnya. Artinya masih diperlukan perencanaan agar bertanam ubi kayu dapat dikerjakan dengan baik dan memberikan hasil yang maksimal.

Pengaturan jarak tanam ubi kayu yang ditanam pada lahan surjan berbeda dengan jarak tanam yang ditanam pada hamparan lahan. Ubi kayu yang ditanam di lahan surjan biasanya disesuaikan dengan ukuran lebar dan panjang surjan serta jenis tanaman utama yang ditanam pada lahan surjan tersebut, artinya jarak tanam ubi kayu dan jumlah populasi tanaman ubi kayu bersifat fleksibel. Pengaturan jarak tanam dan penentuan jumlah populasi tanaman apabila ubi kayu yang ditanam

pada hamparan lahan akan lebih mudah dan bisa ditetapkan jumlah populasinya sesuai dengan keinginan petani sehingga jarak tanamnya juga bisa ditentukan. Pengaturan jarak tanam dan jumlah populasi tanaman ubi kayu apabila ditanam pada hamparan lahan yang luas umumnya dapat mengacu kepada jarak tanam berikut ini (Tabel 24).

Jarak tanam yang biasa digunakan untuk pola monokultur yakni sekitar 80 cm x 120 cm (Gambar 11). Penanaman ubi kayu dilakukan dengan membuat ujung bawah batangnya lebih runcing, kemudian stek batang (bibit) ditancapkan ke dalam tanah sedalam 5–10 cm atau kurang lebih 1/3 bagian dari batang (stek bibit ubi kayu) dapat tertimbun oleh tanah atau masuk ke dalam tanah.



Gambar 11. Skematis Jarak Tanam Ubi Kayu: Panah Arah Kanan (A) = Jarak dalam Baris, Panah Arah Bawah (B) = Jarak = Tanam Antarbaris

Tabel 24. Jarak Tanam dan Jumlah Populasi Tanaman Ubi Kayu yang Ditanam pada Lahan dengan Hamparan yang Luas

Pengaturan Tanam	Jarak Tanam (cm)	Jumlah Populasi Tanam (ha)
Tanam Normal	100 x 80	12.500
	100 x 75	13.333
Tanam Rapat	80 x 50	25.000
	50 x 50	40.000

Sumber: Balitbangtan (2011)

4. Pemeliharaan Tanaman

a. Penyiangan

Gulma merupakan tumbuhan yang tumbuh di antara tanaman pokok dan menjadi kompetitor utama bagi tanaman budi daya dalam hal penyerapan unsur hara (nutrisi), oleh karena itu gulma perlu dikendalikan atau dibasmi. Penyiangan gulma dilakukan dengan cara membersihkan gulma yang tumbuh di areal pertanaman ubi kayu, dan dilakukan sekaligus pembumbunan tanaman. Dalam satu musim pertanaman, setidaknya penyiangan dilakukan minimal dua kali, yaitu pada umur 30–40 dan 60–70 hari setelah tanam (HST).

Alat yang digunakan untuk menyinggul gulma dapat berupa cangkul, kored atau parang, sambil menggemburkan tanah. Penyiangan gulma harus dilakukan secara hati-hati, jangan sampai alat penyinggul yang digunakan melukai atau merusak tanaman ubi kayu terutama akar calon umbi. Pengendalian gulma di areal pertanaman ubi kayu dapat juga dilakukan dengan cara kimia menggunakan herbisida, cara ini cukup praktis, lebih efektif dan lebih efisien. Pengendalian gulma dengan cara kimia, penggemburan tanah harus dilakukan tersendiri.

b. Pembumbunan Tanaman

Pembumbunan tanaman ubi kayu bertujuan untuk menggemburkan tanah di sekitar perakaran agar umbi terbentuk dengan sempurna, supaya tanaman kuat dan berdiri kokoh dan tegak. Cara pembumbunan dilakukan dengan cara menggemburkan tanah di sekitar tanaman ubi kayu, kemudian tanah dibuat seperti guludan. Guludan yang gembur mendorong pertumbuhan tanaman dan perkembangan akar tanaman ubi kayu. Waktu pembumbunan dapat dilakukan bersamaan dengan waktu penyiangan gulma sehingga menghemat biaya. Sama halnya dengan penyiangan, pembumbunan penting dilakukan terutama agar umbi yang terbentuk dalam tanah menjadi besar-besar. Jadi, pembumbunan ini memberikan keleluasaan pada akar tanaman supaya dapat tumbuh dan berkembang membentuk umbi dengan baik.

c. Pemupukan

Untuk mencapai hasil yang tinggi perlu diberikan pupuk organik (pupuk kandang, kompos, dan pupuk hijau) dan pupuk anorganik

(urea, TSP, KCl). Pupuk organik sebaiknya diberikan bersamaan dengan pengolahan tanah. Dosis pupuk organik yang baik untuk 1 hektare tanaman ubi kayu minimal sebanyak 6 ton. Tujuan utama pemberian pupuk organik ini adalah untuk memperbaiki struktur tanah.

Pupuk anorganik diberikan tergantung tingkat kesuburan tanah. Pada umumnya dosis pupuk anorganik untuk tanaman ubi kayu adalah urea dengan dosis 133–200 kg/ha, SP-36 dengan dosis 60–100 kg/ha, dan KCl dengan dosis 120–200 kg/ha. Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di Desa Simpang Jaya dan Sidomulyo, Kecamatan Wanaraya, Kabupaten Barito Kuala yang merupakan lahan rawa pasang surut dengan tipologi lahan sulfat masam tipe luapan C, dapat direkomendasikan pemberian pupuk 200 kg Urea/ha, 100 kg SP-36/ha dan 100 kg KCl/ha ditambah 300 kg dolomit/ha dan dapat ditambahkan PPC dan ZPT (Sudaryono, 2017).

d. Pemangkasan Tanaman (*Purining*)

Pemangkasan (*purining*) merupakan langkah pembuangan beberapa bagian pada tanaman seperti cabang dan ranting untuk mendapatkan bentuk tertentu sehingga dapat mencapai efisiensi yang tinggi agar cahaya matahari mampu menyinari tanaman, mempermudah mendeteksi hama penyakit, menghasilkan umbi yang banyak dan besar serta mempermudah proses panen (Wea, *et.al.*, 2017). Termasuk juga untuk meningkatkan penyerapan dan efisiensi penggunaan/penyerapan unsur hara (nutrisi) karena cabang yang tidak perlu sudah dipangkas/dibuang. Diharapkan, dengan dilakukannya pemangkasan, produktivitas tanaman ubi kayu meningkat.

Pemangkasan tunas (perempelan) dilakukan untuk mengurangi jumlah cabang tanaman. Jumlah cabang setiap pohon idealnya 2–3 cabang, semakin sedikit jumlah cabang maka unsur hara yang tersedia di dalam tanah dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan generatif yaitu digunakan untuk proses pembentukan dan pembesaran umbi. Selain untuk mendapatkan hasil yang banyak, batang tanaman dapat digunakan sebagai bibit pada pertanaman musim berikutnya (Wahyudi, 2019).

Pembuangan cabang/tunas lain pada tanaman ubi kayu sambung mutlak dilakukan. Tunas ataupun cabang-cabang yang tumbuh di luar cabang yang tidak diinginkan apabila dipangkas, maka dapat membentuk pertumbuhan tanaman ubi kayu yang baik dan optimal. Tunas-tunas

yang keluar dari batang utama selain tunas yang diharapkan sebaiknya dipangkas, pemangkasan dilakukan setiap bulan. Namun, biasanya hanya dua bulan pertama saja membutuhkan perhatian, setelah itu tunas-tunas yang tidak diharapkan sudah tidak tumbuh lagi.

e. Irigasi dan Pengairan

Salah satu persyaratan supaya tanaman ubi kayu dapat tumbuh maksimal, adalah dipenuhinya kebutuhan air sepanjang pertumbuhannya. Sesuai dengan umur tanaman, pada umur 1–3 bulan memerlukan curah hujan berkisar 150–200 mm; pada umur 4–7, bulan 250–300 mm; dan menjelang panen sampai saat panen diperlukan curah hujan sekitar 100–150 mm (Wahyudi, 2019). Artinya sepanjang pertumbuhan tanaman ubi kayu air sangat diperlukan, di mana pada fase vegetatif umur 4–7 bulan jumlah air yang diperlukan sangat besar. Kawasan lahan rawa pasang surut di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah berdasarkan pola curah hujan adalah termasuk wilayah yang beriklim basah di mana 9–10 bulan curah hujan > 100 mm dan selama 3 bulan curah hujan < 100 mm (Marlina, 2016; Simatupang dan Pangaribuan, 2021). Artinya sesuai dengan kondisi iklimnya selain curah hujan yang cukup dan air cukup tersedia bersumber dari pasang surutnya air, maka lahan rawa pasang surut dapat mendukung pengembangan tanaman ubi kayu.

Kondisi lahan pertanaman ubi kayu (singkong) dari awal tanam sampai umur lebih dari empat atau lima bulan hendaknya selalu dalam keadaan lembap, tidak terlalu becek dan aerasi tanahnya baik. Oleh karena itu, perlu dikondisikan pengairan pada pertanaman ubi kayu supaya tanaman dapat tumbuh maksimal dan memberikan hasil yang tinggi. Pada tanah yang kondisinya kering perlu dilakukan penyiraman atau pemberian air yang diperoleh dari sumber air yang terdekat. Pengairan dilakukan pada saat musim kering dengan cara menyiram langsung, akan tetapi cara ini kurang efektif dan dapat merusak atau memadatkan tanah. Sistem yang paling baik untuk mengairi pada pertanaman ubi kayu adalah dengan sistem genangan. Sistem genangan dapat memasukkan air ke dalam tanah sampai ke daerah perakaran ubi kayu secara resapan. Pengairan dengan sistem genangan dapat dilakukan dua minggu sekali dan untuk seterusnya diberikan berdasarkan kebutuhan, dengan cara ini pertumbuhan ubi kayu maksimal (Wahyudi,

2019). Kalau di lahan rawa pasang surut, barangkali dengan sistem drainase dangkal (*shallow drainage*) cukup efektif.

5. Panen dan Pengolahan Hasil

a. Panen

Ubi kayu dapat dipanen pada saat pertumbuhan daun bawah mulai berkurang, warna daun mulai menguning dan banyak yang rontok. Umur panen tanaman ubi kayu tergantung dengan varietasnya, umumnya sekitar 6–8 bulan untuk ubi kayu varietas genjah dan 9–12 bulan untuk ubi kayu varietas dalam. Ubi kayu dipanen dengan cara menggunakan pengungkit atau mencabut batangnya secara langsung. Pada tanah yang kompak dan keras, panen tidak dapat dilakukan dengan cara mencabut batangnya, tetapi memerlukan bantuan untuk menghindari tertinggalnya umbi di dalam tanah yakni menggunakan cangkul atau garpu tanah (Gambar 12). Pada tanah-tanah yang longgar dan gembur, panen ubi kayu dapat dilakukan dengan cara mencabut, biasanya ubi kayu dapat dicabut dengan mudah.



Gambar 12. Umbi Tanaman Ubi Kayu Masih Berada pada Batangnya Setelah Dipanen

Sumber: <https://www.google.com/search?q=gambar+ubi+kayu>, diunduh 18 Februari 2022

b. Pengolahan Hasil

Ubi kayu merupakan pangan sumber karbohidrat pengganti pangan utama (beras) pada masa paceklik dan mempunyai nilai gizi yang berguna. Hasil olahan utama dari ubi kayu adalah berupa gaplek atau

tapioka. Gablek (singkong/ubi kayu kering) adalah hasil olahan dari ubi kayu, caranya umbi ubi kayu diiri-iris dan dijemur sampai kering sebelum disimpan dan diolah untuk bentuk jajanan atau penganan (Gambar 13).

Ubi kayu merupakan komoditas pertanian yang sangat potensial sebagai komoditas ekspor. Permintaan gablek setiap tahunnya terus meningkat dari sejumlah negara di Asia dan Eropa. Dilaporkan bahwa kebutuhan gablek dari berbagai negara mencapai 60 ribu ton per bulan. Banyumas dapat menyuplai gablek untuk ekspor sebesar 20 ton per bulan, artinya peluang ekspor gablek ini sangat besar (Andrianto, 2010). Indonesia memiliki peluang mengekspor ubi kayu ke negara di Uni Eropa sebesar 165.000 ton per tahun (Nababan, 2021). Oleh karena itu, pengembangan tanaman ubi kayu, kemudian hasilnya diolah menjadi gablek dapat menjadi penopang dan menjadi sumber pertumbuhan bagi perekonomian masyarakat pedesaan dan bagi para petani khususnya. Selain itu, ubi kayu sangat prospektif sebagai komoditas ekspor ke mancanegara dan dapat dijadikan sebagai salah satu sumber devisa negara.



Gambar 13. Gablek Produk Olahan Bersumber dari Umbi Ubi Kayu Potensial Diekspor

Sumber: <https://jatim.antaranews.com/berita/243449/produksi-gablek>

Pada masa paceklik akibat kurang berhasilnya panen padi di daerah Pulau Jawa, maka gaplek diolah menjadi bahan makanan pengganti nasi, yaitu diolah menjadi tiwul dan gatot (Gambar 14). Tiwul merupakan makanan tradisional khas masyarakat di Pulau Jawa, makanan pengganti nasi rakyat Jawa ketika zaman dahulu (Lestari, 2022). Tiwul dikonsumsi sebagai makanan sehat untuk para pelaku diet disebabkan kandungan karbohidrat dalam tiwul lebih rendah dari nasi putih, sehingga membuat tiwul menjadi makanan yang bagus untuk menurunkan berat badan. Tiwul dan gatot rasanya cukup enak dan banyak dikonsumsi masyarakat Jawa terutama pada masa sulit, dan hanya singkong (ubi kayu) yang dapat dikonsumsi pengganti nasi (Khairunnisa dan Aisyah, 2020).



Gambar 14. Jenis Makanan Tradisional: Tiwul (Kiri) dan Gatot (Kanan) Khas Pulau Jawa Berbahan Baku Gaplek

Sumber: Lestari, 2022; Nofitassari, 2016.

Berdasarkan sejarah, tiwul makanan khas tradisional Jawa dijadikan makanan pengganti nasi adalah ketika harga beras mahal atau tidak tersedia di pasaran. Sebelum dikenal sebagai jajanan, tiwul atau thiwul sebenarnya adalah makanan pokok pengganti nasi beras yang biasa dikonsumsi menjadi makanan sehari-hari oleh masyarakat daerah Wonosobo, Gunung Kidul, Wonogiri, Pacitan, dan Blitar (Lestari, 2022). Namun, tiwul sudah menjadi salah satu jajanan sebagian besar masyarakat. Tidak diketahui secara pasti kapan tiwul mulai dibuat oleh masyarakat, namun tiwul menjadi makanan pokok sebagian besar rakyat Jawa di masa penjajahan Jepang, di mana saat itu bahan makanan nasi (beras) sangat sulit didapat dan masyarakat tak mampu membeli (Khairunnisa dan Aisyah, 2020; Lestari, 2022).

E. Perspektif Pengembangan Ubi Kayu

1. Peluang Pengembangan Ubi Kayu

Ubi kayu memiliki peranan dan fungsi yang sangat penting serta strategis dalam sistem perekonomian dan sangat prospektif untuk mendukung ketahanan pangan nasional di masa yang akan datang (Pranita, 2019; Sudaryono, 2017). Ubi kayu merupakan salah satu komoditas pangan sebagai penghasil karbohidrat, berfungsi sebagai penyangga ketahanan dan keamanan pangan nasional, diversifikasi pangan serta bahan baku industri olahan yang menghasilkan berbagai jenis produk seperti industri pangan (kue/biskuit, kripik, *snack*, es krim, *soft drink*, permen); industri non-pangan seperti farmasi, kosmetik, detergen, plastik, kertas, tekstil, lem; dan industri energi seperti bahan bakar nabati (biodiesel) dan bioethanol (Sudaryono, 2017). Multifungsi dan beragamnya produk olahan yang dapat dihasilkan dari bahan baku ubi kayu, sudah selayaknya tanaman ubi kayu dikembangkan secara luas supaya kebutuhan nasional ubi kayu, baik sebagai sumber pangan untuk konsumsi maupun sebagai bahan baku olahan dan bahan baku industri dapat terpenuhi.

Salah satu komoditas yang dapat berfungsi sebagai penyangga pangan dan memiliki nilai ekspor, ke depan secara ekonomi ubi kayu dapat dijadikan sebagai komoditas yang perlu diperhatikan pengembangannya. Kementerian Pertanian menjelaskan bahwa luas panen ubi kayu di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 0,63 juta hektare dengan produksi 16,35 juta ton, dengan menggunakan ubi kayu varietas Adira 1, 2, 4, UJ 3, 5, Malang 1, 2, 4, 6, Darul Hidayah, Litbang UK 2, dan berharap terus dapat ditingkatkan produktivitasnya hingga mencapai rata-rata 26 ton per hektare (Kementan, 2020; Muhammad, 2020).

Lahan rawa pasang surut sangat luas dan potensial, serta berpeluang dijadikan sebagai areal perluasan dan/atau pengembangan tanaman ubi kayu guna menggantikan lahan-lahan pertanaman ubi kayu yang telah terkonversi untuk kepentingan pembangunan di luar sektor non-pertanian. Sekitar 6,70 juta hektare luas lahan sulfat masam, dan sekitar 2,57 juta hektare luas lahan sulfat masam merupakan lahan rawa pasang surut dengan tipe luapan C dan D. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa beberapa varietas ubi kayu cukup adaptif sesuai dengan kondisi lahan rawa pasang surut dan memberikan hasil yang cukup tinggi yakni 25–38 ton umbi/ha. Oleh karena itu, sangat dimungkinkan pengembangan tanaman ubi kayu dalam skala luas di lahan rawa pasang surut sulfat masam karena inovasi teknologi sudah tersedia dan siap diimplementasikan dalam skala yang luas.

Suksesnya pengembangan komoditas ubi kayu di kawasan lahan rawa pasang surut memerlukan dukungan politis maupun kebijakan dari pihak pemerintah, baik pusat maupun daerah. Kebijakan dimaksud diharapkan dapat mendorong semangat petani dan pemilik modal untuk menanamkan modalnya dan mengembangkan ubi kayu secara luas.

2. Dukungan Kebijakan

Pengembangan ubi kayu di lahan rawa pasang surut dalam skala luas memerlukan dukungan kebijakan dari pemerintah, baik pusat maupun daerah, yakni berupa kebijakan yang dituangkan dalam bentuk regulasi. Kebijakan yang dimaksud bersifat mengikat sehingga para pengembang mendapat jaminan secara hukum, di antaranya:

- a. Kebijakan pembangunan dan pengembangan pertanian tanaman pangan yang dilakukan secara proporsional dan memberikan porsi yang seimbang terhadap semua jenis komoditas terutama pengembangan komoditas umbi-umbian terutama komoditas ubi kayu yang dinilai mendapat porsi yang kurang dibanding komoditas pangan lainnya.
- b. Membuat regulasi/peraturan/kebijakan yang memberikan kemudahan dalam rangka pemanfaatan lahan/kawasan untuk tujuan pengembangan ubi kayu. Kebijakan bertujuan untuk merangsang dan menstimulasi pengusaha menginvestasikan modalnya untuk pengembangan ubi kayu di lahan rawa pasang surut, dan membangun industri olahan berbahan baku ubi kayu.
- c. Memberikan kemudahan dan fasilitasi kepada para petani untuk mendapatkan bantuan permodalan dan/atau bantuan sarana produksi, yakni berupa bibit unggul yang bermutu dan berkualitas, bahan amelioran, pupuk dan obat-obatan untuk usaha tani ubi kayu. Fasilitasi dan bantuan ini akan mendorong petani lebih giat bercocok tanam ubi kayu di lahan rawa pasang surut.

- d. Menciptakan pasar lokal maupun regional di kawasan lahan rawa pasang surut yang dapat membangkitkan semangat petani. Regulasi yang menjamin dinamika pasar dan harga ubi kayu yang stabil dan harga yang berpihak kepada petani ubi kayu sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan petani.

Berdasarkan permasalahan yang sudah diuraikan, maka strategi yang dapat dilakukan untuk pengembangan tanaman ubi kayu di kawasan lahan rawa pasang surut mengacu kepada beberapa saran, antara lain:

- a. melakukan inventarisasi, indentifikasi serta memetakan lahan rawa pasang surut yang sesuai, layak, dan berpeluang dikembangkan sebagai areal pengembangan tanaman ubi kayu dalam skala luas atau skala industri;
- b. membangun infrastruktur pada daerah/wilayah fokus pengembangan ubi kayu. Lahan rawa pasang surut relatif kelebihan air, oleh karena itu perlu dibangun/dibuat saluran-saluran untuk pengelolaan air sistem drainase dangkal (*shallow drainage*). Infrastruktur diperlukan untuk mempercepat proses pengembangan komoditas ubi kayu di kawasan lahan rawa pasang surut.

F. Penutup

Ubi kayu sudah sejak lama dikenal masyarakat Indonesia sebagai salah satu bahan makanan yang cukup penting sebagai sumber asupan karbohidrat dan sudah menjadi makanan pengganti di kala beras sulit didapat sejak masa penjajahan. Tanaman jenis umbi-umbian cukup banyak tumbuh di Indonesia. Produksi umbi-umbian di Indonesia cukup tinggi, begitu pula permintaan akan ubi kayu meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Kebutuhan masyarakat akan umbi-umbian sebagai sumber energi pun terus meningkat, dan berfungsi sebagai pangan penyangga ketika masa paceklik berlangsung.

Ubi kayu sangat bermanfaat bagi masyarakat, umumnya dimanfaatkan sebagai bahan makanan pokok dalam kehidupan sehari-hari masyarakat di pedesaan. Saat ini berbagai manfaat ubi kayu telah berhasil ditemukan, salah satunya manfaat ubi kayu untuk kesehatan. Manfaat ubi kayu juga dikenal sebagai umbi yang memiliki khasiat antioksidan, antikanker, antitumor, dan dapat meningkatkan nafsu

makan. Tak hanya itu, ubi kayu juga mampu menyembuhkan beragam penyakit. Ubi kayu memiliki banyak manfaat, oleh karena masyarakat dapat mengolah ubi kayu menjadi bahan olahan yang banyak diminati dan dapat menjadi sumber pendapatan.

Ubi kayu selain untuk memenuhi kebutuhan karbohidrat masyarakat yang bersumber dari ubi kayu, juga memiliki nilai ekonomi tinggi yang dapat menjadi sumber pendapatan bagi petani, dan juga cukup prospektif dijadikan sebagai komoditas ekspor. Sebagai komoditas ekspor, ubi kayu dapat dijadikan sebagai salah satu sumber devisa negara. Berkaitan dengan hal tersebut, pengembangan ubi kayu di lahan rawa pasang surut merupakan salah satu kebijakan strategis untuk memenuhi kebutuhan ubi kayu nasional dan ekspor.

Daftar Pustaka

- Andrianto, A. 2010. "Perusahaan Cina Pesan Ribuan Ton Gaplek dari Banyumas". *Tempo.co*. Diakses dari <https://bisnis.tempo.co/read/285728/perusahaan-cina-pesan-ribuan-ton-gaplek-dari-banyumas/full&view=ok> (diakses pada 21 Februari 2022).
- Apala, H., G. Sugiyanta, & I. L. Nugraheni. 2015. "Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Ubi Kayu di Kecamatan Pringsewu Kabupaten Pringsewu. Program Studi Pendidikan Geografi Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Fakultas Keguruan dan Ilmu Kependidikan Universitas Lampung". Diakses dari <https://media.neliti.com/media/publications/2...> (diakses pada 6 Juni 2022).
- Atman, A. 2011. "Dukungan Teknologi Pengembangan Ubi Kayu di Sumatera Barat". *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, Vol. 11 (2): 58-68. <https://jurnal.polinela.ac.id/JPPT/article/view/PDF> (diakses pada 9 April 2021).
- Balitbangtan. 2011. "Penyiapan Bibit Ubikayu yang Benar". *Sinar Tani. Agroinovasi*. Diakses dari <https://www.litbang.pertanian.go.id/file/penyia...PDF> (diakses pada 29 April 2011).
- Balitikabi. 2017. "Inovasi Teknologi Ubi Kayu Siap Dikembangkan di Lahan Pasang Surut Tipe C di Bumi Lambung Mangkurat". *Berita Balitikabi*. Diakses dari <http://balitikabi.litbang.pertanian.go.id/berita/inovasi-teknologi-ubi-kayu-siap-dikembangkan-di-lahan-pasang-surut-tipe-c-di-bumi-lambung-mangkurat/>.

- BBSDLP. 2018. *Peta Arahana Penggunaan Lahan*. Bogor: Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian.
- BBSDLP. 2020. *Peta Lahan Rawa Indonesia Skala 1:50.000*. Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSLDP). Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- BPS. 2015. "Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi (Ton) di Indonesia". Diakses dari <https://www.bps.go.id> > linkTableDinamis > view.
- BPS. 2019. "Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi di Indonesia, 2014-2018". Diakses dari <https://www.bps.go.id> > linkTableDinamis > view.
- Cahyana, D., Mawardi, & I. Khairullah. 2013. "Pemetaan Lahan Rawa Dengan Metode Digital Soil Mapping". *Laporan Hasil Penelitian Tahun Anggaran 2013*. Banjarbaru: Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- 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. p. 22-36, 43-46, 74-77.
- Fitriani, H., N. Sri Hartati, & E. Sudarmonowati. 2019. "Uji Adaptasi dan Produksi Tiga Kandidat Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Unggul di Lahan Gambut Kalimantan Tengah". *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol. 20, No. 2, Juli 2019: 75-82. <https://jurnal.unej.ac.id> > JID > download. PDF (diakses pada 9 April 2021).
- Irawan, A. 2019. "Cara Menanam Ubi Kayu yang Baik dan Benar". Diakses dari <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/84962/CARA-MENANAM-UBI-KAYU-YANG-BAIK-DAN-BENAR/>.
- Pranita, E. 2019. "Potensi Pertanian Ubi Kayu di Indonesia Menjanjikan". *Kompas.com*. Diakses dari <https://sains.kompas.com/read/2019/09/26/170500723/potensi-pertanian-ubi-kayu-di-indonesia-menjanjikan?page=all>.
- Kementan. 2020. "Kementan Dorong Pengembangan Ubi Kayu sebagai Pangan Lokal Alternatif". *Agrofarm.co.id*. Diakses dari <https://www.agrofarm.co.id/2020/06/23774/> (diakses pada 26 Juli 2022).

- Khairunnisa, S. N. & Y. Aisyah. 2020. "Sejarah Tiwul Khas Jawa, Makanan Pengganti Nasi Karena Harga Beras Mahal". *Kompas.com*. Diakses dari <https://www.kompas.com/food/read/2020/08/12/090900975/sejarah-tiwul-khas-jawa-makanan-pengganti-nasi-karena-harga-beras-mahal?page=all> (diakses pada 26 Juli 2022).
- Lestari, A.P. 2022. "Mengenal Sejarah Tiwul, Makanan Pengganti Nasi Rakyat Jawa Zaman Dulu". *Fimela.com*. Diakses dari <https://www.fimela.com/food/read/3918295/mengenal-sejarah-tiwul-makanan-pengganti-nasi-rakyat-jawa-zaman-dulu> (diakses pada 29 Juni 2022).
- Maftu'ah, E. & A. Susilawati. 2019. "Pemupukan Padi Rendah Emisi Gas Rumah Kaca". Dalam Masganti, M. Noor, R. Smith Simatupang, M. Alwi, Mukhlis, E. Maftu'ah, MA Susanti, H Sosiawan, & Muhammad. *Sumberdaya Lahan Rawa Dukungan Teknologi Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Marlina, S. 2016. "Kajian Curah Hujan untuk Pemutahiran Tipe Iklim Beberapa Wilayah di Kalimantan Tengah". *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, Volume 1, Nomor 2, Agustus 2016. Artikel Hasil Penelitian. Diakses dari [jurnal.umpalangkaraya.ac.id >index.php>mitl >article>view](http://jurnal.umpalangkaraya.ac.id/index.php/mitl/article/view). Pdf. (diakses pada 24 Maret 2020).
- Muhammad, H. 2020. "Kementan Tingkatkan Produksi Ubi Kayu Sebagai Pangan Lokal". *Republika.co.id*. Diakses dari <https://republika.co.id/berita/qbcbr6380/kementan-tingkatkan-produksi-ubi-kayu-sebagai-pangan-lokal>.
- Nababan, C.H. 2022. "RI Bisa Ekspor Singkong ke Eropa 165 Ribu Ton Per Tahun". *CNNIndonesia*. Diakses dari <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20210521183758-92-645471/ri-bisa-ekspor-singkong-ke-eropa-165-ribu-ton-per-tahun> (diakses pada 29 Juni 2022).
- Noor, M., H. Subagio, & D. Nursyamsi. 2014. "Karakteristik dan Kesesuaian Lahan Rawa Pasang Surut Untuk Tanaman Kedelai". Dalam Anwar, K., M. Noor., M. Alwi., M. Thamrin., & H. Subagio (Penyunting). *Kedelai Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Swasembada Pangan dan Bioindustri*. Jakarta: Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.

- Nofitasari, B. 2016. "Mencicipi Gatot dan Tiwul Makanan Khas Gunungkidul". *hipwee.com*. Diakses dari <https://www.hipwee.com/narasi/mencicipi-gatot-dan-tiwul-makanan-khas-gunungkidul> (diakses pada 25 Juli 2022).
- Nursyamsi, D., S. Raihan, M. Noor, K. Anwar, M. Alwi, E. Maftuah, I. Khairullah, I. Ar-Riza, R. S. Simatupang, Noorginayuwati, & Y. Rina. 2014. *Buku Pedoman Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. IAARD Press.
- Nuryati, L., B. Waryanto, & Akbar. 2016. "Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Ubi Kayu". *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian*. Diakses dari <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/downloads>. PDF (diakses pada 11 April 2021).
- Ritung, S., Wahyunto, K. Nugroho, Sukarman, Hikmatullah, Suparto, & C. Tafakresnanto. 2015. *Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi Ketersediaan*. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) Press.
- Saleh, N. & Y. Widodo. 2007. "Profil dan Peluang Pengembangan Ubi Kayu di Indonesia". *Buletin Palawija*, Nomor 14 (2007): 69-78. Diakses dari <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id> > download ..PDF (diakses pada 9 April 2021).
- Shiddiq, I. A., A. K. Mahi, K. F. Hidayat, & Afandi. 2014. "Evaluasi Kesesuaian Lahan Kualitatif dan Kuantitatif Pertanaman Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) di Lahan Kelompok Tani Usaha Maju Desa Tanjung Senang Kecamatan Kotabumi Selatan Lampung Utara". *Jurnal Agrotek Tropika*, Vol. 2, No.3: 504-508. Diakses dari <https://media.neliti.com> > media > publications > 1.PDF. (diakses pada 23 April 2021).
- Simatupang, R. S. & Eva BE Pangaribuan. 2021. "Pola Tanam". Dalam Masganti, R. Smith Simatupang, M. Noor, Mukhlis, E Maftu'ah, M. Alwi, & A. Hasbianto (Penyuting). *Pertanian Rawa Pasang Surut Sulfat Masam*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Subagyo, H. 2006. "Lahan Rawa Pasang Surut". Dalam Suriadikarta, D. A., Undang, K., Mamat. H.S., W. Hartatik., & A. Setyorini. (Eds.) *Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Deptan.

- Sudaryono. 2017. "Teknologi Produksi Ubikayu di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan". *Seminar Bulanan Puslitbangtan*, 10 Agustus 2017. Balitbangtan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi. Diakses dari <http://pangan.litbang.pertanian.go.id> > seminar PDF. (diakses pada 15 Oktober 2021).
- Sumbogodjati, G. 2022. *Potensi Pengembangan Hilirisasi Ubikayu. Materi Bimtek Sosialisasi Daring ProPukTani Maju, Mandiri, Modern Episode Pebruari 2022*. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Tanaman Pangan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian.
- Sundari, T. 2010. "Petunjuk Teknis Pengenalan Varietas Unggul dan Teknik Budidaya Ubi Kayu (Materi Pelatihan Agribisnis Bagi KMPH)". Balai Penelitian Tanaman Kacang Kacangan dan Umbi Umbian Malang. Diakses dari <http://forclime.org> › merang › 55-STE-FINAL. PDF. (diakses pada 9 April 2021).
- Susilawati, A., D. Nursyamsi, & M. Syakir. 2016. "Optimalisasi Penggunaan Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Swsembada Pangan Nasional". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, Vol. 10, No. 1, Juli 2016; 51-64. Diakses dari <https://media.neliti.com> > media > publications . 1...PDF. (diakses pada 9 April 2021).
- Suwarto. 2012. "Menjadikan Ubi Kayu Sebagai Sumber Ketahanan Pangan dan Energi di Indonesia". Dalam *Prosiding Simposium dan Seminar Bersama PERAGI-PERHORTI-PERIPI-HIGI Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi yang Berkelanjutan*. Diakses pada <https://repository.ipb.ac.id> > jspui > bilstream . PDF. (diakses pada 14 April 2021).
- Yesaya, L., Y. A. Lestari, A. Meilindri, & A. Asso 2020. "Budidaya Tanaman Singkong". *Laporan KKN Mahasiswa*. Universitas Negeri Semarang. Diakses dari <https://kkn.unnes.ac.id> > lapkknunnes. PDF. (diakses pada 23 April 2021).
- Wahyudi, M. 2019. "Budidaya Tanaman Singkong". *Cybext*. Diakses dari cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/89520/Budidaya-ubi-kayu/ (diakses pada 15 Oktober 2021).

Wea, T. M., A. Hamzah, & H. Karamina. 2017. "Studi Perbedaan Pertumbuhan dan Pangkasan Daun Ubi Kayu (*Manihot esculenta* (Crantz)) Pada Umur yang Berbeda". Abstract. *Publikasi Artikel Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tungadewi*. Vol. 5, No. 1 (2017). Diakses dari <https://publikasi.nitri.ac.id/index.php/pertanian/article/view/2034/0> (diakses pada 15 Oktober 2021).



BAB 9

PERSPEKTIF PENGEMBANGAN TANAMAN TALAS SEBAGAI SUMBER KARBOHIDRAT ALTERNATIF DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

R. Smith Simatupang¹ dan Yanti Rina Darsani²

¹Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

²Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email: rsmith_simatupang@yahoo.co.id

A. Ringkasan

Pangan utama masyarakat Indonesia adalah beras yang merupakan sumber karbohidrat. Kebutuhan beras nasional terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan penduduk, dan diperlukan beras sekitar 30,13 juta ton per tahun untuk kebutuhan penduduk lebih dari 270 juta jiwa. Diversifikasi sumber karbohidrat sangat diperlukan untuk mendampingi beras, di antaranya “talas”. Tanaman talas tumbuh dan sudah dibudidayakan di seluruh wilayah Indonesia terutama di Jawa Timur (Malang), Jawa Tengah (Temanggung dan Gunung Lawu), Jawa Barat (Bogor, Cianjur, Kuningan, Cisarua, dan Pangalengan) dan di Sulawesi. Talas termasuk jenis tanaman fungsional, akan tetapi pembudidayaannya bersifat tanaman sela, ditanam di pekarangan atau pada galangan sawah untuk konsumsi sendiri. Padahal umbi talas memiliki nilai ekonomi tinggi dan berpotensi sebagai komoditas ekspor. Talas (batang, daun, dan umbi) sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia, sehingga mengonsumsi talas selain untuk memenuhi

kebutuhan karbohidrat juga dapat memelihara kesehatan seperti: (1) meningkatkan sistem kekebalan tubuh; (2) mengontrol tekanan darah tinggi; (3) menjaga kesehatan pencernaan; (4) mencegah kanker; dan (5) mencegah diabetes. Talas sangat prospektif dijadikan sebagai komoditas ekspor, utamanya ke Jepang dalam bentuk talas beku (*frozen taro*). Sampai tahun 2018 Indonesia sudah mengekspor talas beku ke Jepang sebanyak 50 ton dengan nilai sekitar Rp1,06 miliar, dan diharapkan dapat menyediakan kekurangan kebutuhan talas sekitar 70.000 ton per tahun. Selain umbi talas dapat diekspor, berbagai negara sudah mengimpor batang dan daun talas dari Indonesia, di antaranya Malaysia dan Australia. Peran talas secara ekonomi cukup penting dan prospektif, selain talas menjadi salah satu sumber pendapatan bagi petani juga menjadi sumber devisa bagi negara melalui ekspor. Pengembangan tanaman talas dalam skala usaha tani cukup menguntungkan dengan nilai B/C-ratio 1,56–1,76, artinya layak untuk dikembangkan. Lahan rawa pasang surut dinilai sangat sesuai untuk areal pengembangan tanaman talas yang telah dibudidayakan petani, meskipun masih sebagai tanaman sela. Inovasi teknologi budi daya untuk pengembangan tanaman talas sudah tersedia dan siap untuk diimplementasikan dalam skala usaha tani.

B. Pendahuluan

Pangan bagi bangsa Indonesia masih identik dengan karbohidrat, yang sumber utamanya adalah beras. Ada anggapan bahwa apabila belum makan nasi, maka orang yang bersangkutan masih belum makan. Kebiasaan ini menyebabkan kebutuhan beras (pangan) terus meningkat setiap tahunnya. Biro Humas Kementerian Pertanian mengatakan bahwa rata-rata konsumsi nasional saat ini mencapai 111,58 kilogram beras per kapita per tahun (<https://www.pertanian.go.id>, 6 Januari 2022). Artinya keperluan beras nasional sekitar 30,13 juta ton per tahun untuk memenuhi keperluan penduduk lebih dari 270 juta jiwa. Memang bukan satu-satunya beras sebagai sumber karbohidrat, masih banyak komoditas pertanian lainnya yang dapat dijadikan sebagai sumber karbohidrat alternatif untuk mensubstitusi karbohidrat yang bersumber dari beras, salah satu di antaranya adalah talas. Tidak saja masyarakat Indonesia, dilaporkan bahwa sekitar 10% dari penduduk dunia mengonsumsi talas sebagai pangan, di antaranya di beberapa pulau di Pasifik seperti Melanesia, Fiji, Samoa, dan Hawaii (Setyowati, *et.al.*, 2007; Turang dan Matindas, 2011).

Talas sejenis tanaman yang sangat potensial sebagai sumber karbohidrat alternatif pengganti nasi/beras, di mana kandungan karbohidratnya per 100 gram mencapai 28,2% (Turang dan Matindas, 2011), sedangkan beras atau nasi mengandung karbohidrat sekitar 27,9% per 100 gramnya (Tiofani, 2021). Karbohidrat merupakan kandungan nutrisi terbanyak yang dijumpai dalam umbi talas selain vitamin dan mineral esensial lainnya (Turang dan Matindas, 2011). Seorang peneliti Araceae di Kebun Raya Eka Karya Bali (Ni Putu Sri Asih), mengatakan bahwa tanaman *Araceae* berpotensi sebagai pendukung ketahanan pangan pada masa pandemi Covid-19, dan tanaman talas bisa dijadikan sebagai solusi menjadi cadangan karbohidrat selain beras (Ashari, 2020), dan umbi talas dapat dijadikan sebagai sumber karbohidrat alternatif untuk memenuhi kebutuhan pangan pada masa sulit (Budiarto dan Rahayuningsih, 2017; Andani, *et.al.*, 2018).

Tanaman talas (*Colocasia esculenta* L.) merupakan jenis tumbuhan yang termasuk ke dalam suku talas-talasan (*Araceae*) dan tanaman pangan herba menahun. Di hutan Indonesia dijumpai lebih 600 jenis tanaman *Araceae* (Ashari, 2020). Tanaman talas adalah salah satu komoditas tanaman yang memiliki ekonomi tinggi, karena umbi, pelepah, dan daunnya banyak digunakan sebagai bahan makanan dan dapat menjadi bahan baku industri olahan seperti kue bolu, keripik talas dan bentuk penganan lainnya. Daunnya dapat digunakan sebagai pembungkus pengganti daun pisang, ada yang mengonsumsi batang dan daunnya sebagai sayuran, atau dijadikan sebagai pakan ternak. Bagian akarnya (*sulur*—bahasa Banjar) digunakan sebagai sayur dan lauk ketika makan (Samdani dan Saleh, 2017; Ramadi, 2019). Kandungan gizi tanaman talas raksasa tidak berbeda antara kondisi tergenang dan tidak tergenang air payau dengan kandungan karbohidrat 84,16%–87,36%, protein 0,71%–2,18% dan lemak 0,05%–0,17% (Ratag, *et.al.*, 2013).

Tanaman talas juga merupakan jenis komoditas pertanian yang mempunyai dua fungsi, yakni fungsi pangan dan fungsi lingkungan. Permenhut No. P.35/2007 tentang Hasil Hutan Bukan Kayu, tanaman talas termasuk dalam kelompok tanaman pati-patian dan merupakan salah satu tanaman yang merupakan jenis tanaman pangan fungsional (Sudomo dan Hani, 2014). Sebagai fungsi pangan, umbinya banyak digunakan sebagai makanan pendamping maupun makanan pokok oleh sebagian masyarakat Indonesia. Di daerah Mentawai (Sumatra Barat)

dan Sorong (Papua Barat) talas merupakan makanan pokok tradisional (Julianto, 2014). Sebagai fungsi lingkungan memiliki keterkaitan dengan pemanfaatan lingkungan serta penghijauan sebab tumbuhan talas mudah dan sangat cepat tumbuhnya (Sulistyowati, *et.al.*, 2014). Selain itu, talas cukup potensial sebagai sumber bioindustri dan cukup prospektif dikembangkan di Indonesia (Julianto, 2014). Talas juga berpotensi sebagai komoditas ekspor ke beberapa negara terutama Jepang, Australia, dan Malaysia, sehingga menjadi sumber devisa bagi negara (Ismail, 2019).

Talas merupakan sumber pangan penting karena selain umbinya merupakan sumber karbohidrat, protein, dan lemak sebagai pengganti nasi, talas juga mengandung beberapa unsur mineral dan vitamin sehingga dapat dijadikan bahan obat-obatan, sedangkan daunnya dipergunakan sebagai sumber nabati (Turang dan Matindas, 2011). Talas dapat digunakan sebagai pengganti tepung untuk membuat kue, roti dan penganan lainnya, talas merupakan komponen diversifikasi pangan (Sulistyowati, *et.al.*, 2014; Iswar dan Rahmawati, 2019).

Secara nasional, produktivitas dan produksi talas masih belum tercatat secara statistik pada Biro Pusat Statistik (BPS). Pada daerah-daerah tertentu seperti di wilayah Kabupaten Bogor, Malang, Sulawesi, Jawa Barat, dan Jawa Tengah yang merupakan sentra produksi talas, data produksi talas sudah dicatat (Sukmawati dan Santosa, 2020), bahkan Kabupaten Bantaeng dan Makassar dilaporkan sudah mengekspor talas dalam bentuk talas beku (*frozen taro*) ke Jepang (Munthe, 2011; Ismail, 2019).

Tulisan ini bertujuan untuk menginformasikan sejauh mana peranan talas dalam sektor pangan sebagai sumber karbohidrat alternatif, menjadi salah satu sumber pendapatan petani dan sebagai komoditas ekspor. Tulisan ini menjelaskan inovasi teknologi budi daya tanaman talas, sehingga dapat dipelajari para PPL, pengambil kebijakan, sivitas akademika, petani, dan *stakeholder* lainnya untuk mengembangkan talas di lahan rawa pasang surut.

C. Karakteristik Tanaman Talas

1. Karakteristik Tanaman

Talas adalah salah satu jenis tanaman yang termasuk jenis tanaman monokotil, dengan sistem perakaran serabut pendek dan tumbuh dengan liar. Tanaman talas tergolong dalam ordo *alismatales* dengan anggota keluarga *Araceae*. Talas diduga berasal dari Asia Tenggara atau

Asia Tengah bagian selatan. Berdasarkan hasil penelitian, tanaman talas dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Agrotek, 2022; Kurniawan, 2022).

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Ordo	: <i>Alismatales</i>
Famili	: <i>Araceae</i>
Genus	: <i>Colocasia</i>
Spesies	: <i>Colocasia esculenta</i> L.

Morfologi tanaman talas, antara lain: (1) memiliki akar serabut yang tersusun dari perakaran adventif, tumbuh tegak mencapai ke dalam 10–20 cm, (2) batangnya berbentuk bulat memanjang mencapai 50–60 cm, berwarna keunguan, kehitaman hingga kecokelatan, dan memiliki bulu halus, (3) daun tanaman adalah daun sempurna atau lengkap, dengan bentuk melebar mencapai 50–60 cm dan berwarna hijau muda hingga tua, (4) bunga tanaman talas berukuran 10–30 cm, seludang berukuran 10–30 cm berwarna hijau hingga kemerahan, bunga tanaman terpisah antara bunga jantan dan betina (Kurniawan, 2022).

Tanaman talas, pada daunnya ditemukan lapisan lilin. Daun berwarna kuning kehijauan berbentuk bulat telur sampai segitiga dan panjang daun 20 hingga 55 cm dan umurnya 6–9 bulan (Prihatman, 2000). Biji talas sedikit dan bunganya jarang ditemui. Umbi talas mempunyai pati dan banyak perakaran di sekitar umbi, dan bagian umbi ini yang menjadi hasil utama tanaman talas, berat umbinya antara 1–3 kg per tanaman bahkan bisa lebih dari 3 kilogram (Ashari, 2020; Rohman, 2020).

Tanaman talas tersebar di Indonesia, akan tetapi daerah sebagai sentra produksi talas antara lain ditemukan di Bogor, Cianjur, Kuningan, Cisarua, dan Pangalengan di Jawa Barat, Temanggung dan Gunung Lawu di Jawa Tengah. Malang di Jawa Timur merupakan salah satu daerah sentra produksi talas di Indonesia (Sulistiyowati, *et.al.*, 2014). Kabupaten Bogor, terkenal dengan talas Bogornya, produksinya tercatat sekitar 57.000 ton pada tahun 2008 (Julianto, 2014).

Menurut Prihatman (2020) di beberapa negara, talas dikenal dengan berbagai nama, seperti *abalong* (Filipina), *taio* (Brazil), *arvi* (India), *keladi* (Malaya), *satoimo* (Japan), *tayoba* (Spanyol), dan *yu-tao* (China). Tanaman talas sendiri mulanya berasal dari daerah di negara-negara Asia Tenggara seperti Malaysia dan Indonesia. Kemudian pengaruh dari perpindahan penduduk dan perdagangan antarnegara, talas menyebar ke beberapa negara lainnya seperti ke Filipina, China, India, Jepang, dan negara di Asia yang lainnya, dan sebagian kecil pulau di Samudra Pasifik (Agrotek, 2020).

Ada yang beranggapan bahwa talas itu adalah keladi. Meski keladi tergolong dalam suku talas-talasan, tetapi antara keladi dan talas memiliki perbedaan. Keladi masuk dalam genus *Caladium*, sedangkan talas masuk dalam genus *Colocasia*. Keladi banyak diburu oleh banyak orang dijadikan sebagai tanaman hias (Maarif, 2020). Talas menghasilkan umbi yang cukup besar dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, hampir 90% bagiannya bisa dimakan, tetapi tanaman keladi jarang membentuk umbi yang besar seperti umbi talas, tetapi tidak dapat dikonsumsi karena beracun (Maarif, 2020). Jenis keladi beragam dan banyak dijadikan sebagai tanaman hias, diperkirakan ada sebelas jenis keladi, yaitu *Baret*, *Amazon*, *Gingerland*, *Moonlight*, *Carolyn Whorton*, *Bicolor*, *Thai beauty*, *Spring Fling*, *Radiance*, *White Queen*, dan *Miss Muffet* (Arbar, 2021).

2. Kandungan Gizi Umbi Talas

Sudah dijelaskan bahwa talas dapat dijadikan sebagai pangan sumber karbohidrat alternatif pengganti beras (nasi) yang menjadi pangan utama bagi bangsa Indonesia. Talas selain sebagai sumber karbohidrat juga mengandung berbagai sumber nutrisi (protein, lemak, mineral, dan vitamin) yang sangat banyak manfaatnya bagi kesehatan manusia. Tabel 25 berikut menguraikan kandungan gizi atau nutrisi umbi talas dalam berbagai bentuk (Turang dan Matindas, 2011).

Tabel 25. Kandungan Gizi atau Nutrisi Umbi Talas dalam 100 Gram Berbagai Bentuk

Komponen	Satuan	Umbi Talas Mentah	Umbi Talas Dikukus	Umbi Talas Direbus
Energi	Kal	98	120	-
Protein	g	1,9	1,5	1,17
Lemak	g	0,2	0,3	29,31
Karbohidrat	g	3,7	28,2	0,26
Kalsium	mg	28,0	31,0	-
Phospor	mg	61,0	63,0	-
Besi	mg	1,0	0,7	-
Vitamin A	RE	3,0	0	-
Vitamin C	mg	4,0	2,0	-
Vitamin B1	g	0,13	0,05	-
Air	g	73,0	69,2	61,0
Bagian yang dimakan (%)	-	85,0	85,0	-

Sumber: Turang dan Matidas (2011)

Keterangan:

RE = Retinol Equivalents: Retinol adalah bahan aktif vitamin A (Sanif dan Nurwani, 2017)

- Tanda - berarti tidak ada sumber data

D. Perspektif Ekonomi dan Ekspor Komoditas Talas

Tanaman talas bukan merupakan komoditas pertanian yang diunggulkan sebagai bahan pangan. Meskipun demikian, ternyata talas merupakan komoditas yang memiliki nilai ekonomi penting dan dapat menjadi salah satu sumber pendapatan bagi masyarakat petani dan/atau sumber devisa negara (Ismail, 2019). Dikatakan sebagai salah satu sumber pendapatan petani adalah disebabkan umbi talas dapat dijadikan bahan baku olahan berbagai jenis panganan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Tanaman talas sebagian besar bagian tanamannya dapat dikonsumsi manusia. Talas juga sangat potensial dalam mendukung ketahanan pangan nasional pada masa pandemi Covid-19 (Ashari, 2020).

Tanaman talas yang merupakan penghasil karbohidrat berpotensi sebagai suplemen atau untuk mensubstitusi beras, dapat juga sebagai diversifikasi bahan pangan, bahan baku industri, dan pakan ternak (Makruf dan Iswadi, 2015), di antaranya sebagai bahan baku membuat

kue, bolu, keripik, dan lainnya (Usumagi, 2020). Hasil suatu studi tentang komoditas talas yang dilakukan oleh Prof. (Riset) Dr. Astanto Kasno dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Malang menyimpulkan bahwa sebenarnya bioindustri talas di Indonesia sangat prospektif (Julianto, 2014).

Budi daya talas memang masih belum menjadi tanaman pertanian yang utama bagi petani, kebanyakan masih ditanam sebagai tanaman sampingan dengan areal yang sempit atau terbatas. Selain arealnya terbatas, tujuannya pun hanya untuk kebutuhan konsumsi keluarga. Secara ekonomi budi daya tanaman talas dengan luas pertanaman 400 m² dan populasi 5.000 batang, diperlukan biaya produksi sebesar Rp580.000,-. Dari pertanaman tersebut diperoleh pendapatan sebesar Rp1.000.000,- sehingga diperoleh keuntungan Rp420.000,- dengan nilai B/C-ratio sebesar 1,72. Artinya, pertanaman talas tersebut layak dikembangkan (Ramadi, 2019). Lebih lanjut, Silalahi (2009) menjelaskan bahwa analisis ekonomi budi daya talas di lahan sewa dan lahan milik sendiri di Kelurahan Situgede, Kecamatan Bogor Barat yang merupakan salah satu sentra talas secara ekonomi menguntungkan. Nilai B/C-ratio usaha tani talas pada lahan yang disewa dan lahan milik sendiri, masing-masing adalah 1,61 dan 1,56. Dari keragaan ekonomi di mana nilai B/C-ratio lebih besar 1,0, artinya budi daya tanaman talas cukup menjanjikan dan menguntungkan serta layak dikembangkan dalam skala luas tidak sekadar sebagai tanaman sela atau sampingan, tetapi menjadi salah satu usaha di bidang pertanian (Abdilah, 2021).

Komoditas talas memiliki keunggulan tertentu dan memiliki nilai ekonomi tinggi sehingga dapat menjadi salah satu sumber pendapatan bagi petani, dan termasuk sebagai jenis tanaman yang cukup fungsional (Azzahra, *et.al.*, 2020). Menurut Pangesthi (2019) dan Selly (2021), ada banyak produk olahan berupa penganan atau camilan seperti keripik ataupun kue-kue yang dibuat dari umbi maupun tepung talas yang memiliki pangsa pasar besar dan sangat digemari oleh masyarakat, baik untuk dikonsumsi di rumah dan/atau sebagai oleh-oleh. Berbagai produk olahan berupa makanan yang dapat dipasarkan pada pasar lokal, pada *minimarket* dan *supermarket*. Dengan demikian, umbi talas mempunyai pangsa pasar yang luas dan dapat dijadikan salah satu sumber pendapatan bagi petani. Sebagai bahan pangan sumber karbohidrat alternatif, masyarakat di wilayah Gunung Karang Kabupaten

Pandeglang, telah membudidayakan talas beneng, dan mengolah umbi talas beneng menjadi tepung dan berbagai macam makanan olahan yang dilakukan oleh kalangan industri kecil menengah—UKM (Budiarto dan Rahayuningsih, 2017).

Talas, selain digunakan sebagai bahan baku untuk produk olahan di dalam negeri, juga memiliki pangsa pasar sebagai komoditas ekspor. Talas pangsa pasarnya sebagai komoditas ekspor cukup besar dan prospektif, terutama ekspor ke Jepang masih terbuka lebar (Ismail, 2019; Kholisdinuka, 2019). Jepang membutuhkan talas sebanyak 380.000 ton per tahun, yang dapat dipenuhi di dalam negeri baru sebesar 250.000 ton per tahun (65,70%), kekurangannya diimpor dari China sebanyak 60.000 ton per tahun, dan sisanya sebanyak 70.000 ton diharapkan dapat diperoleh dari Indonesia. Lebih lanjut, dilaporkan bahwa sampai dengan tahun 2018, Kabupaten Bantaeng dan Makassar sudah mengekspor talas beku (*frozen taro*) ke Jepang sebanyak 50 ton dengan nilai sekitar Rp1,06 miliar (Munthe, 2011; Ismail, 2019). Untuk meningkatkan volume ekspor talas, 10 kabupaten di Sulsel, seperti Gowa, Soppeng, Maros, Luwu Timur, Luwu Utara, Luwu, Bone, Janeponto, Takalar, dan Wajo menambah luasan tanam dengan total luasan 178 ha (Ismail, 2019).

Kementerian Pertanian melalui Badan Karantina Pertanian (Barantan) pada tahun 2019 kembali melepas pengiriman perdana talas beku ke Jepang sebanyak 8,85 ton, lebih lanjut dijelaskan bahwa potensi ekspor talas ke Jepang cukup besar (Kholisdinuka, 2019). Selanjutnya informasi Amrial (2016) pengusaha *agriculture* dari Malaysia meyakini manfaat umbi talas (keladi) untuk kesehatan sangat besar, dan disebutkan keperluan umbi talas mencapai 25 ton per hari, dan diharapkan sebagian kebutuhan dapat disuplai dari Kabupaten Rokan Hilir (Rohil), Riau. Daerah Rohil masih belum dapat memenuhi permintaan ini karena petani masih fokus bertanam kelapa sawit dan hasil panen talas cenderung masih memenuhi permintaan pengusaha antara daerah yakni dari Medan. Artinya, potensi ekspor umbi talas tidak saja ke Negara Jepang, tetapi juga ke Malaysia dan Australia bahkan mungkin berpeluang ekspor ke negara-negara lainnya. Oleh karena itu, pangsa pasar dan prospek talas sebagai komoditas ekspor sangat besar dan masih terbuka lebar sehingga pembudidayaan tanaman talas perlu dikembangkan secara luas untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan memenuhi permintaan ekspor.

Tidak saja umbi talas yang dapat diekspor, ternyata bagian batang dan daun talas juga berpotensi untuk diekspor ke berbagai negara karena memiliki segudang manfaat, di antaranya untuk: (1) meningkatkan sistem kekebalan tubuh; (2) mengontrol tekanan darah tinggi; (3) menjaga kesehatan pencernaan; (4) mencegah kanker; dan (5) mencegah diabetes. Lebih lanjut, dilaporkan bahwa dalam 100 gram daun talas mengandung 86,66 gram air dan 42 kkal energi. Selain itu, daun talas juga mengandung protein, serat, zat besi, serta berbagai mineral. Batang talas juga mengandung vitamin A sebanyak 2000 IU, vitamin B1 0,08 mg, dan vitamin C 31 mg, sehingga tidak saja umbi talas yang diekspor, tetapi bagian batang dan daun juga potensial untuk diekspor (Setya, 2021).

Beberapa eksportir Indonesia bahkan mengaku kewalahan karena mendapat pesanan daun dan batang talas dari berbagai negara (Setya, 2021). Salah satu komoditas pertanian yang diminati pasar luar negeri adalah daun talas beneng asal Jawa Tengah karena dapat mensubstitusi atau pengganti tembakau. Pada tahun 2021, Australia mengimpor daun talas beneng sebanyak 3,3 ton dari Indonesia (Solopos, 2021).

E. Manfaat dan Kegunaan Talas

1. Untuk Kesehatan Manusia

Seperti yang sudah dijelaskan bahwa talas banyak digunakan sebagai makanan pendamping maupun makanan pokok bagi masyarakat Indonesia pada daerah tertentu. Talas (batang, daun, dan umbinya). sangat bermanfaat untuk kesehatan manusia disebabkan kandungan nutrisinya. Prof. Dr. Edi Santosa (Guru Besar IPB), mengatakan bahwa tanaman talas memiliki keunggulan di mana kandungan nutrisinya lebih lengkap dibandingkan dengan jenis umbi-umbian lainnya (Rohman, 2020).

Ada beberapa kegunaan dan manfaat mengonsumsi talas bagi tubuh manusia (Rohman, 2020; Setya, 2021), antara lain sebagai berikut.

- a. Membantu melancarkan pencernaan: jenis makanan yang satu ini bisa mengatasi berbagai keluhan terhadap saluran pencernaan, seperti perut kembung, diare, dan keram perut. Hal inilah yang menjadikan talas dapat berfungsi melancarkan pencernaan. Selain itu, dengan mengonsumsi talas mudah dicerna oleh lambung dan usus.

- b. Membantu mengontrol tekanan darah: permasalahan darah tinggi dapat diatasi dengan mengonsumsi talas secara rutin dengan jumlah yang sesuai. Talas mampu menekan dan mengurangi tekanan darah di dalam tubuh manusia, selain itu bisa juga menekan kemungkinan terjadinya stres dalam sistem kardiovaskular. Kandungan saponin, tanin, karbohidrat, dan flavonoid pada daun talas dapat menurunkan tekanan darah tinggi atau hipertensi.
- c. Membantu masalah penglihatan dan jantung: salah satu kandungan yang terdapat dalam tanaman talas adalah vitamin A dan *beta carotene*. Kedua kandungan ini bisa memberikan efek positif terhadap penglihatan dan juga mampu untuk mengendalikan beberapa jenis penyakit jantung.
- d. Memberikan efek yang baik bagi kulit: selain mengandung vitamin A, talas juga mengandung vitamin E dan B-6 yang berguna untuk menjaga kesehatan kulit, mengurangi tanda-tanda penuaan, melembapkan dan juga mengandung antioksidan yang bermanfaat bagi penampilan kulit dari luar. Artinya dengan mengonsumsi talas secara rutin akan memberikan dampak untuk kesehatan, dan talas dapat digunakan untuk memelihara kulit sehingga dapat menunda tanda-tanda ketuaan.
- e. Bekerja pada sistem kekebalan tubuh manusia: kandungan dalam jenis makanan yang satu ini dapat membantu produksi sel darah merah dan sel darah putih dalam tubuh, sehingga dapat bekerja untuk meningkatkan kekebalan tubuh. Kandungan antioksidannya juga digunakan sebagai pertahanan dalam mencegah penyakit kanker.
- f. Mencegah anemia: talas memiliki cukup kandungan zat besi yang dapat membantu produksi sel darah merah sehingga dapat mencegah terjadinya gejala anemia.
- g. Talas dianjurkan dikonsumsi bagi penderita diabetes, karena dapat mencegah diabetes: umbi talas dapat dijadikan sebagai pilihan makanan pokok sumber karbohidrat bagi penderita diabetes. Jika ingin melakukan diet ketat, bisa mencoba mengonsumsi umbi talas sebagai makanan pokok pengganti nasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kandungan karbohidrat umbi talas sebesar 25 gram bahkan lebih dan protein 1,40 gram, sedangkan pada beras kandungan karbohidratnya sekitar 28 gram.

2. Cara Mengonsumsi Talas

Ada beberapa cara mengonsumsi talas, di antaranya dikonsumsi secara tradisional sebagai makanan pokok dan dikonsumsi dalam bentuk yang menarik dan lebih mewah (Alihamdan, 2021; Selly, 2021), antara lain:

- a. Digunakan sebagai makanan utama pengganti nasi: Hal ini mungkin sekali untuk dilakukan mengingat jumlah kandungan karbohidrat dari talas jauh lebih banyak dibandingkan jumlah karbohidrat yang ada dalam kentang dan jenis umbi-umbian lainnya. Beberapa daerah di Indonesia seperti Sorong dan Mentawai, talas dikonsumsi sebagai makanan utama.
- b. Dijadikan sebagai makanan pendamping: cara ini juga sudah banyak dilakukan karena talas bisa juga diolah ke dalam beberapa jenis makanan. Salah satu di antaranya talas diolah atau dimasak menjadi sup talas dan disajikan bersamaan ketika makan, dan sajian seperti ini sudah lazim dilakukan.
- c. Sebagai makanan penutup atau makanan ringan: sebagai makanan penutup biasanya disajikan dalam bentuk puding talas atau makanan ringan lainnya yang terbuat dari talas. Misalnya talas Pontianak sebagai makanan penutup dalam bentuk kue talam ungu, puding talas atau camilan lainnya. Pada Gambar 15 terlampir salah satu produksi sebagai makanan penutup berbahan baku talas yaitu puding talas.

3. Produk Olahan Berbahan Baku Talas

Pada program diversifikasi pangan, talas juga merupakan salah satu sumber penghasil karbohidrat alternatif non-beras dari kelompok umbi-umbian yang pemanfaatannya tergantung dan disesuaikan dengan selera (Kurnia, 2016). Talas sebelum dimanfaatkan dan diolah menjadi bentuk produk olahan makanan terlebih dahulu umbi talas diproses menjadi tepung talas seperti pada Gambar 16.

Berbagai bentuk jenis makanan olahan dapat dibuat dan jenisnya sangat banyak sehingga talas sangat dikenal dan disenangi oleh masyarakat Indonesia. Mulai bentuk makanan tradisional seperti keripik talas ataupun jenis makanan kekinian, seperti es krim, kue, bolu, puding, dan jenis lainnya. Untuk meningkatkan penampilan dan daya tarik keripik talas, *packing*-nya dibuat sedemikian rupa sehingga lebih menarik dan harga jualnya lebih baik.

Kehebatan talas sebagai komoditas pertanian memiliki nilai ekonomi tinggi menjadi salah satu sumber pendapatan bagi masyarakat petani bahkan telah menjadi komoditas ekspor (Ismail, 2019). Di dalam negeri, supaya nilai jualnya lebih baik talas diolah menjadi berbagai jenis bentuk makanan (Selly, 2021). Menurut Pangesthi (2019), ada 17 resep produk olahan berbahan baku talas yang dipasarkan, antara lain ditampilkan pada Gambar 17: (1) muffin talas, (2) combro talas, (3) donat, (4) bolu talas, (5) puding talas, (6) bolu lapis talas, (7) getuk talas, (8) croket talas, (9) talas goreng, (10) kue talas panggang, (11) bola bola talas, (12) klepon talas, (13) onde-onde talas, (14) bakwan talas, (15) bakpao talas, (16) perkedel talas, (17) dan kolak talas.

Semua produk olahan berupa makanan yang ditampilkan pada Gambar 17 tersebut cukup menarik dan rasanya enak. Beberapa jenis di antaranya sudah dijadikan sebagai jajanan oleh-oleh bagi seseorang yang melakukan perjalanan seperti donat, bolu talas, bolu lapis talas dan sudah di-packing sedemikian rupa, sehingga membawanya tidak sulit dan masih banyak produk olahan lainnya yang sudah dikemas dengan baik dan cukup menarik. Keragaman produk olahan berbahan baku talas ini menunjukkan bahwa tanaman talas berpeluang dan sangat prospektif untuk dikembangkan dalam skala usaha tani pada areal yang lebih luas untuk memenuhi permintaan, baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun untuk memenuhi *quota* ekspor. Selain itu, karena talas merupakan komoditas yang bernilai ekonomi tinggi dan termasuk sebagai komoditas ekspor, maka suksesnya pengembangan tanaman talas ini dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani.



Gambar 15. Puding Talas

Sumber: Google <https://faktualnews.co> (diunduh pada 6 Januari 2022)



Gambar 16. Tepung Talas

Sumber: Google: <https://www.google.com/> (diunduh pada 7 Januari 2022)



Gambar 17. Keragaan Berbagai Jenis Produk Olahan Berbahan Baku Talas

Sumber: Pangesthi (2019)

F. Produktivitas dan Prospek Pengembangan Talas

1. Produktivitas Talas

Tanaman talas adalah salah satu komoditas pertanian sumber karbohidrat alternatif pengganti beras yang selama ini sebagai sumber karbohidrat utama bagi bangsa Indonesia (Andani, *et.al.*, 2018). Permenhut No. P.35/2007 tentang Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK), menjelaskan bahwa tanaman talas adalah komoditas pertanian yang dikelompokkan ke dalam tanaman pati-patian. Lebih lanjut, disebutkan bahwa tanaman talas merupakan salah satu jenis tanaman pangan fungsional karena di dalam umbi talas mengandung bahan bioaktif yang berkhasiat untuk kesehatan (Sudomo dan Hani, 2014).

Pola pertanaman tanaman talas pada umumnya masih ditanam sebagai tanaman sela atau tanaman sampingan, sehingga luas pertanaman sangat sulit diperkirakan meskipun masyarakat cukup banyak menanam untuk kebutuhan sendiri. Budiyanto (2009) dalam Sudomo dan Hani (2014) menyatakan bahwa tanaman umbi-umbian seperti talas sangat potensial untuk memenuhi kebutuhan pangan dan mempunyai nilai ekonomi tinggi, dan produktivitasnya mencapai 28 ton/ha. Produktivitas talas tergantung dengan populasi tanaman dan kondisi pertanaman. Pada pertanaman dengan populasi 20.000 pohon per hektare diperoleh hasil umbi paling sedikit 1 kg per pohon, artinya produktivitas talas mencapai 20 ton/ha bahkan bisa lebih dari 20 ton (Ismail, 2019). Tanaman talas yang tumbuh baik dan subur dapat menghasilkan umbi dengan berat 1–3 kilogram per pohon bahkan bisa lebih sehingga produktivitas talas bisa mencapai 40 ton per hektare (Ashari, 2020; Rohman, 2020).

Produktivitas talas (*satoimo*) di Indonesia cukup tinggi, yakni 20 ton/ha hingga 25 ton/ha umbi basah, bahkan bisa mencapai 40 ton/ha (Rohman, 2020). Lebih lanjut, dijelaskan bahwa Direktur Utama CV Agro Lawu International, telah mengembangkan tanaman talas seluas 50 ha untuk memenuhi pasar ekspor (Munthe, 2011). Talas (*satoimo*) diekspor ke Jepang dalam bentuk talas beku (*frozen taro*), dan untuk mendapat talas beku per kilonya diperlukan sebanyak 2 kg umbi talas dalam bentuk segar dan harga talas beku lebih mahal (Munthe, 2011; Ismail, 2019).

2. Prospek Pengembangan Talas

Tanaman talas merupakan jenis tanaman air yang mudah tumbuh pada lahan yang basah. Oleh karena itu, pengembangan tanaman talas di lahan rawa pasang surut adalah tepat karena di lahan rawa hampir sepanjang tahun selalu basah sehingga menjadi tempat tumbuh atau media tumbuh yang cocok untuk tanaman talas. Samdani dan Saleh (2014) melaporkan bahwa tanaman talas sudah lama dibudidayakan di lahan rawa (Gambar 18), pemanfaatannya adalah untuk: (a) umbinya digunakan sebagai campuran sayuran, direbus sebagai makanan pokok saat panceklik, dibikin keripik dan dibuat tepung sebagai bahan baku berbagai macam kue atau bolu; (b) daunnya dibikin pepes untuk lauk saat makan dan sebagai makanan tambahan pada pemeliharaan ikan gurami; dan (c) bagian sulurnya (akarnya) dibikin sayuran.



Gambar 18. Keragaan Tanaman Talas di Lahan Rawa

Sumber: Balittra (2018)

Menurut Noor dan Rahman (2015), lahan rawa pasang surut memiliki biodiversitas yang luas, sangat beragam dan kearifan lokalnya cukup spesifik. Biodiversitas komoditas pangan yang dapat dikembangkan di lahan rawa ini meliputi padi, jagung, kacang-kacangan, umbi-umbian, dan tanaman hortikultura. Tanaman talas dapat ditanam dan dikembangkan sebagai usaha tani untuk mendukung industri. Sesuai kondisi lahannya, pengembangan tanaman talas sangat dimungkinkan dilakukan di lahan rawa pasang surut.

Kesesuaian lahan merupakan hal yang sangat penting diperhatikan dalam rangka pengembangan tanaman pada suatu kawasan. Dikatakan demikian adalah disebabkan lahan merupakan media/tempat tumbuh

tanaman, di lain pihak setiap jenis tanaman menghendaki kondisi lahan tertentu agar dapat tumbuh optimal dan memberikan hasil yang tinggi. Sebagaimana jenis tanaman lainnya, tanaman talas agar dapat tumbuh secara optimal dan dapat memberikan hasil yang maksimal menghendaki beberapa persyaratan (Anakagronomy, 2017; Ramadi, 2019), antara lain sebagai berikut.

- a. **Iklim:** talas dapat tumbuh dan berkembang, baik pada iklim tropis maupun subtropis. Dapat tumbuh pada lingkungan dengan curah hujan rendah sampai curah hujan tinggi, curah hujan optimal adalah 175–240 mm/tahun. Tanaman talas memerlukan penyinaran penuh dengan suhu 25–30° C dan kelembapan tinggi berkisar 50%–90%, intensitas cahaya matahari yang mencukupi, dan curah hujan mencapai 240 mm/tahun.
- b. **Media tanam:** talas dapat tumbuh di berbagai jenis tanah, seperti lempung yang bebas air tanah, tanah vulkanik, andosol, dan latosol. Talas tumbuh baik pada tanah dengan drainase baik dan tingkat kemasaman (pH) 5,5–6,5. Tanah bergambut juga sesuai untuk pertumbuhan talas asal diberi kapur terlebih dahulu sebanyak 1 ton/ha.
- c. **Ketinggian tempat:** talas dapat tumbuh pada ketinggian 0–1.300 m dpl. Di Indonesia, talas tumbuh di daerah pantai sampai pegunungan dengan ketinggian 2.000 m dpl. Semakin tinggi ketinggian tempat, maka semakin panjang umur panen panjang. Artinya, talas berpeluang ditanam atau dikembangkan di lahan rawa pasang surut.

G. Inovasi Teknologi Budi Daya Tanaman Talas

Pengembangan tanaman talas di lahan rawa pasang surut sangat dimungkinkan dan memerlukan inovasi teknologi supaya tanaman dapat tumbuh dan menghasilkan. Berbagai inovasi teknologi terkait dengan budi daya tanaman talas telah tersedia dan akan diuraikan pada bagian ini sehingga dapat digunakan untuk pengembangan tanaman talas di lahan rawa pasang surut.

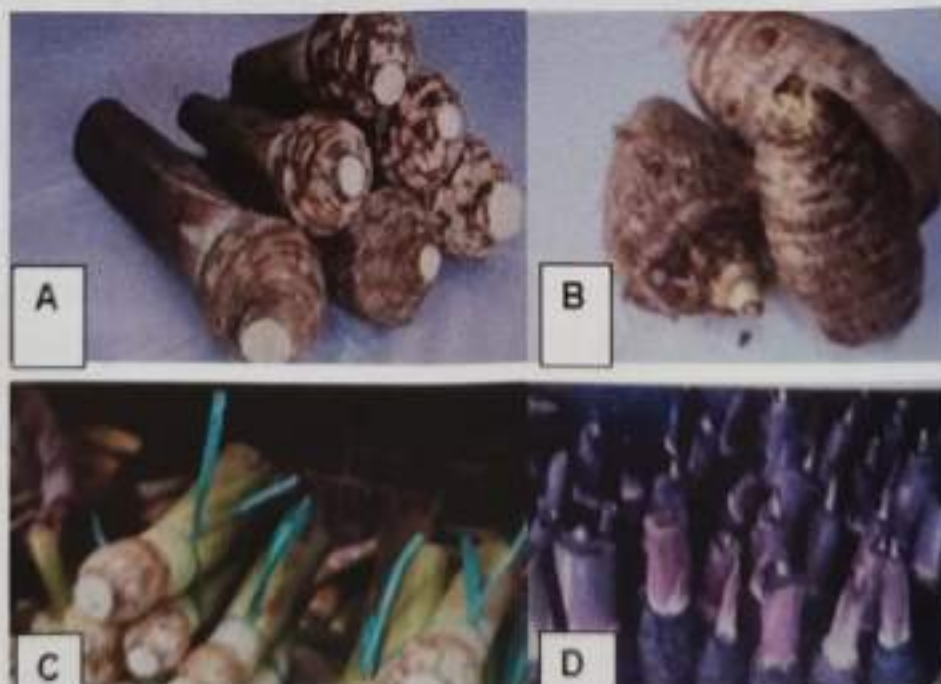
1. Varietas

Ada tiga varietas talas (*Colocasia esculenta*) yang asli dari Asia Tenggara, yaitu (1) *Colocasia esculenta* varietas *esculenta* (talas darat, talas Bogor),

(2) *Colocasia esculenta* varietas *aquaticilis* (talas air, bentul), dan (3) *Colocasia esculenta* varietas *antiquorum* (kimpul plecet, talas dempel, satoimo). Di Indonesia umumnya ada tiga jenis talas yang paling sering ditemukan dan diolah sebagai makanan, yaitu talas Bogor, talas Padang, dan talas Belitung (Usumagi, 2020). Menurut Selly (2021) ada empat varietas talas yang ditemui dan dikenal, yaitu talas Bogor, talas Belitung, talas Padang, dan talas Pontianak, keempat jenis talas tersebut seperti pada gambar berikut (Gambar 19). Keempat varietas talas tersebut cukup populer dan banyak dikembangkan.

Karakteristik varietas tanaman talas yang banyak ditanam dan berkembang di Indonesia (Alihamdan, 2021), antara lain adalah:

- talas memiliki kandungan asam perusi (asam biru atau HCN);
- akar tanaman talas adalah jenis akar serabut, pendek, dan liar;
- umbi talas ada beberapa jenis dan berat umbinya dapat mencapai lebih 4 kg/pohon;
- umbinya berbentuk selinder, lonjong, atau bundar, memiliki ukuran 30 cm x 15 cm, dan warnanya ada yang cokelat dan ada yang ungu;
- bentuk daun talas menyerupai waru "hati", panjang daun 20–50 cm; dan
- tinggi tanaman talas bisa mencapai 1 meter atau lebih dan warna pelepahnya beragam, ada berwarna hijau dan berwarna kecokelatan.



Gambar 19. Jenis Talas yang Dijumpai di Bogor: Talas Bogor (A), Talas Belitung (B), Talas Padang (C), dan Talas Pontianak (D)

Sumber: Google

a. Talas Bogor

Talas Bogor termasuk salah satu bahan baku oleh-oleh khas dari kota hujan ini. Di sana, ditemukan dua jenis talas Bogor, yakni talas ketan dan talas mentega. Jika ingin tekstur yang pulen, maka sebaiknya yang dibeli talas ketan. Namun, jika menyukai tekstur yang berpasir, berarti talas mentega yang dipilih. Talas Bogor adalah salah satu jenis talas yang dibudidayakan dalam skala besar pada lahan pertanian. Akhir-akhir ini jenis kue-kue sebagai oleh-oleh dari Bogor banyak berbahan baku talas (Agrotek, 2020).

b. Talas Belitung

Talas Belitung lebih dikenal dengan sebutan *kimpul*. Di sana, kimpul biasanya dikukus dan dijadikan makanan tambahan. Namun, karena memiliki banyak lendir, talas ini tidaklah sepulen talas Bogor (Selly, 2021).

c. Talas Padang

Jika berwisata ke Padang, kita pasti bisa dan sering menemukan keripik talas yang dijual pada toko penjual oleh-oleh. Nah, sebenarnya keripik ini, bahan bakunya dari talas Padang. Talas Padang jika dibandingkan jenis talas lainnya, maka talas Padang ukurannya paling besar (Selly, 2021).

d. Talas Pontianak

Berbeda dengan jenis talas lainnya, talas Pontianak berwarna keunguan. Namun, teksturnya tidak terlalu pulen. Oleh karena itu, talas Pontianak lebih banyak diolah menjadi berbagai makanan. Selain nikmat, tampilan makanan tentu menjadi lebih menarik. Kue talam ungu adalah kue basah yang satu ini diolah dengan berbahan baku ubi. Tetapi banyak juga yang menggunakan tepung talas Pontianak sehingga warnanya menjadi ungu. Selain rasanya manis dan gurih, warna ungunya semakin membuat kue terlihat lebih menarik dan menambah daya tarik para pembeli/konsumen (Selly, 2021).

2. Pembibitan

Tanaman talas pada umumnya diperbanyak menggunakan metode vegetatif. Bibit talas diperoleh melalui batang samping tanaman talas, menggunakan tunas, atau anakan lengkap dengan tangkai daun yang didapatkan dari

penanaman sebelumnya. Bibit atau bahan tanam talas diperoleh berasal dari umbinya yang sudah bertunas atau sudah membentuk tunas (Prihatman, 2000; Zelin dan Setyawan, 2019). Oleh karena itu, sebelum talas ditanam ke areal pertanian terlebih dahulu dibibitkan.

Membuat bibit talas ada dua cara, yaitu menggunakan tunas dan umbi. Jika menggunakan tunas, maka sebaiknya memilih tunas kedua atau ketiga yang muncul ketika tanaman talas sudah berusia kurang lebih 5 hingga 7 bulan. Pembibitan menggunakan umbi caranya berbeda dengan pembibitan yang dilakukan menggunakan tunas (Alihamdan, 2021).

Teknik atau cara membuat bibit (pembibitan) adalah melalui beberapa tahapan (Agrotek, 2020; Alihamdan, 2021), antara lain sebagai berikut: (1) siapkan umbi talas besar yang tampak sehat, (2) potong pendek dan sisakan mata tunasnya, (3) tanam potongan umbi tersebut pada *polybag*, usahakan bagian mata umbi harus menyembul atau muncul ke atas, dan (4) tanah di dalam *polybag* dikondisikan agar terus basah.

3. Penyiapan Lahan

Tanaman talas dapat ditanam pada lahan kering atau lahan tegalan. Meskipun demikian, tanaman talas dapat pula ditanam di lahan sawah terutama pada musim kemarau. Tanaman talas juga banyak ditanam di lahan pekarangan, di pinggir-pinggir kolam, pada galangan-galangan atau pada lahan surjan dan di tempat lainnya (Hidayat, 2017). Pada lahan rawa, talas banyak ditanam pada lahan surjan (Himago, 2018). Namun, sebelum talas ditanam terlebih dahulu lahan dipersiapkan sedemikian rupa agar tanaman talas dapat tumbuh sehat, subur, dan menghasilkan umbi yang besar dan berkualitas.

Tanaman talas menghendaki kondisi tanah yang tidak padat/kompak, tetapi tanah yang gembur supaya pertumbuhan akar dan umbinya optimal, oleh karena itu areal pertanian talas tanahnya perlu diolah (Prihatman, 2000; Anakagronomy, 2017). Jenis tanah seperti tanah lempung yang lembek dan berwarna cokelat dengan kandungan humus tinggi yang berada di lapisan tanah bebas air tanah, tanah sisa vulkanik, tanah latosol, tanah andosol cocok untuk tanaman talas (Hidayat, 2017; Agrotek, 2020).

Lahan areal pertanaman talas diolah sedemikian rupa menggunakan cangkul atau dengan bajak singkal (traktor mini/TR-2) supaya tanah menjadi gembur, kemudian dibuat bedengan-bedengan dengan dimensi ukuran lebar 1,2 m, tinggi bedengan 20–30 cm dan panjangnya disesuaikan dengan ukuran lahan atau sesuai keperluan (Gambar 20). Akan tetapi, sebelum bedengan dibuat sebaiknya kapur dan pupuk kandang diberikan sebagai bahan amelioran untuk memperbaiki sifat kimia tanah sehingga ketika membuat bedengan. Pekerjaan dilakukan sekaligus mencampur kapur dan pupuk kandang tersebut sehingga merata (Prihatman, 2020; Hidayat, 2017).



Gambar 20. Pembuatan Bedengan sebagai Media Tumbuh Tanaman Talas

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4. Pemberian Bahan Amelioran dan Pemupukan

a. Bahan Amelioran

Tempat tumbuh tanaman talas yang ideal adalah tanah yang subur, gembur dan ber-pH normal ($\text{pH} = 5,5\text{--}6,0$) dengan kandungan bahan organik atau humus yang baik, drainase air dan aerasi tanah yang baik (Ramadi, 2019). Oleh karena itu, tanah-tanah yang masam untuk pertanaman talas perlu diperbaiki kemasaman tanahnya dengan cara memberikan bahan amelioran seperti kapur. Pemberian kompos dan pupuk kandang juga dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia serta kualitas tanah. Takaran kapur, kompos, dan pupuk kandang yang diaplikasikan ke tanah adalah tergantung dengan kondisi tanahnya (Agrotek, 2020).

Untuk memacu pertumbuhan tanaman talas supaya tumbuh baik dan menghasilkan umbi yang besar, pada tanah yang relatif masam perlu

pemberian kapur 1 ton/ha untuk memperbaiki sifat kimia tanahnya, apabila pH tanah mendekati normal cukup diberi pupuk dasar berupa pupuk kandang atau kompos. Kompos yang diberikan ke dalam tanah dapat memperbaiki sifat fisika, biologi, dan kimia tanah. Selain itu, bahan organik sangat penting untuk mendorong pertumbuhan tanaman talas supaya menjadi lebih baik dan subur sehingga dapat menghasilkan umbi yang besar (Iswar dan Rahmawati, 2019).

b. Pemupukan

Pemupukan adalah satu cara yang dilakukan untuk menambahkan unsur-unsur hara yang diperlukan tanaman, seperti N, P, dan K, terutama apabila status hara tanahnya rendah atau lahan yang akan ditanami tersebut kesuburannya rendah (Iswar dan Rahmawati, 2019). Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman dilakukan dengan cara menambahkan unsur-unsur hara tersebut, apalagi tanaman talas menghendaki tanah yang subur sebagai tempat tumbuhnya.

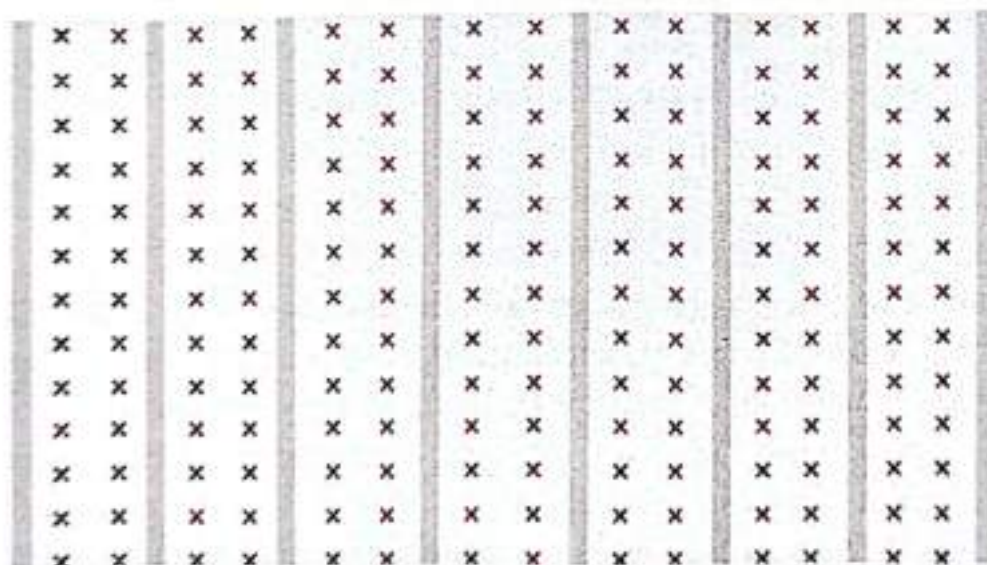
Tanaman talas sangat respons terhadap pemupukan K, berperan dalam proses pembesaran umbi (Iswar dan Rahmawati, 2019). Pupuk kalium dapat menaikkan jumlah umbi per tanaman, sebagai translokasi gula pada pembentukan pati dan protein. Pemberian pupuk dilakukan dua kali:

- 1) Pemupukan pertama dilakukan pada saat umur tanaman 1 bulan setelah bibit ditanam. Jenis pupuk yang diberikan adalah pupuk N dan P masing-masing sebanyak 100 kg N/ha dan 50 kg TSP/ha.
- 2) Selanjutnya pemupukan kedua dilakukan pada saat tanaman berumur 3 bulan, yakni menggunakan pupuk majemuk, yaitu dosis pupuk NPK 100 gram/tanaman.
- 3) Pupuk KCl berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan dapat membantu dalam pembentukan dan pembesaran umbi talas. Pupuk KCl diberikan pada umur 1 minggu setelah tanam (MST) dan 2 bulan setelah tanam (BST) (Lubis dan Suwanto, 2018). Untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman talas terbaik dan optimal serta hasil yang tinggi (umbi besar dan berat) dilakukan dengan pemberian pupuk KCl kisaran 300–400 kg/ha (Iswar dan Rahmawati, 2019; Samdani dan Saleh, 2017).

Cara pemupukan pada tanaman talas dilakukan dengan cara membuat lubang pupuk di samping lubang tanaman sekitar 3 cm jaraknya. Pupuk NPK dimasukkan ke dalam lubang, setelah itu lubang ditutup dengan tanah agar tidak menguap.

5. Tanam dan Jarak Tanam

Tanaman talas umumnya ditanam dengan beberapa jarak tanam, antara lain 70 cm x 70 cm; 75 cm x 75 cm; atau 50 cm x 70 cm dengan kedalaman 30 cm atau sesuai dengan keadaan lahan dan musim penanaman. Sebagai gambaran populasi tanaman, adalah apabila jarak tanam 50 cm x 70 cm, maka diperlukan bibit talas sebanyak 17.000–20.000 bibit per hektare (Prihatman, 2000; Ramadi, 2019). Jarak tanam tanaman talas tergantung dengan varietas dan ukuran tanaman yang akan ditanam. Talas biasanya ditanam dalam dua baris pada setiap bedengan yang berukuran 1,2 m, dengan jarak di dalam baris 45 cm. Artinya, setiap bagian sisi bedengan ditarik ke tengah 22,2 cm, kemudian dibuat lubang tanam. Skematis pengaturan jarak tanaman talas sebagaimana jarak tanam yang diinginkan (Gambar 21).



Gambar 21. Skematis Pengaturan Jarak Tanam (75 cm x 45 cm)
Tanaman Talas

Keterangan: x = lubang tanaman

Sumber: Dokumen Pribadi

Penanaman talas di lahan sawah pada musim kemarau dilakukan menggunakan jarak tanam yang lebih rapat. Intensitas dan durasi

penyinaran yang lama pada musim kemarau cukup untuk menguapkan air di sekitar pertanaman talas sehingga kelembapan udara di sekitar pertanaman talas menjadi optimal. Jarak tanam yang rapat pada musim penghujan kurang tepat karena akan menciptakan kondisi kelembapan yang terlalu tinggi, sehingga lebih rentan terserang organisme pengganggu tanaman (Prihatman, 2000).

6. Pemeliharaan Tanaman

a. Penggemburan Tanah

Penggemburan tanah adalah bagian dari kegiatan pemeliharaan tanaman yang harus dilakukan. Penggemburan memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman talas, di antaranya membantu meratakan ketersediaan unsur hara yang terdapat di dalam tanah sehingga zat gizi yang diserap oleh masing-masing tanaman jumlah dan kandungannya relatif sama. Selain itu, penggemburan tanah juga bertujuan untuk memberikan akses agar umbinya dapat berkembang dan lebih besar (Ramadi, 2019). Proses penggemburan tanah dapat dilakukan menggunakan cangkul secara tradisional/tenaga manual (manusia) dan/atau menggunakan alat mesin pertanian (alsintan). Penggemburan dilakukan bersamaan dengan kegiatan pengendalian gulma.

b. Pengendalian Gulma

Tumbuhan pengganggu (gulma) adalah tumbuhan yang tumbuh di antara tanaman pokok (tanaman talas), yang tidak dikehendaki dan menjadi saingan utama tanaman talas dalam penyerapan unsur hara, dan cahaya. Oleh karena itu, kehadiran tumbuhan pengganggu akan merugikan karena sebagian dari unsur-unsur hara akan diserap oleh gulma. Waktu pengendalian gulma yang tepat sangat tergantung dengan keadaan pertumbuhan gulma. Lazimnya saat tanaman berumur 3–6 minggu gulma harus dikendalikan atau tergantung dengan keadaan pertumbuhan gulma, dan dikaitkan dengan kegiatan penggemburan tanah (Prihatman, 2000). Pengendalian gulma juga bisa dilakukan dengan cara kimia yakni menggunakan herbisida.

c. Pengendalian Hama dan Penyakit

1) Hama

Jenis hama yang sering menjadi masalah dan menyerang tanaman (Ramadi, 2019):

- a) Serangga *aphis gossypii* (Hemiptera: *Aphididae*): baik nimfa atau dewasa yang bersayap dan tidak bersayap menghisap cairan daun. Gejala daun jadi keriting, cara mengatasi menggunakan insektisida meskipun dinilai kurang efektif. Insektisida yang digunakan mengendalikan hama di atas adalah *carbaryl*, *diazinon*, *dimetoat*, dan *malation* cukup efisien dan efektif untuk mengendalikan hama di atas.
- b) Ulat *heppotion calerino* (Lepidoptera: *Sphingidae*). Gejala: ulat memiliki ukuran besar dan benar-benar rakus yang bisa mengonsumsi semua lembar daun, bahkan juga komunitas tinggi bisa makan pelepah daun, hingga tanaman jadi gundul. Cara mengatasi: ambil dan hancurkan ulatnya.
- c) Serangga *agrius convolvuli* (kupu-kupu: *Sphingidae*): sejenis ulat yang memakan batang, daun hingga tanaman jadi gundul. Serangga ini tersebar di Afrika, Australia, Bangladesh, Burma, China Selatan, Eropa Selatan, India, Indonesia, Malaysia, Selandia Baru, kepulauan-kepulauan di Pasifik dan Papua Nugini (Prihatman, 2000). Cara mengatasi: dengan insektisida dilaksanakan jika kerusakan tanaman sudah mencapai 50% dengan insektisida *dichorvos* dan *carbaryl* (Ramadi, 2019).

2) Penyakit

Jenis penyakit yang menjadi masalah adalah penyakit hawar daun (*Phytophthora colocasiae*). Gejala: adanya bintik kecil berwarna kehitaman, selanjutnya jadi membesar menjadi hawar. Sisi daun yang diserang jadi kering, pada gempuran berat semua daun mengering (Prihatman, 2000; Ramadi, 2019).

7. Panen dan Processing Hasil

Umur panen tanaman talas tergantung jenis dan varietasnya. Pemanenan talas ada yang dilakukan setelah tanaman berumur 4–5 bulan, ada yang berumur 6–9 bulan, bahkan ada yang dipanen setelah berumur 1 tahun.

Misalnya kultivar yang sudah dapat dipanen 4–5 bulan, adalah jenis talas genjah masaknya cepat, talas kawara 5 bulan, serta talas lenvi dan talas dala. Banyak jenis talas di Bogor, antara lain talas sutera dipanen umur 5–6 bulan dan talas bentul yang dipanen umur 8–10 bulan (Alihamdan, 2021).

Panen talas dilakukan dengan cara membongkar atau mengeruk tanah di sekitar tanaman talas sampai terlihat umbi talas, kemudian tanaman/pohon talas ditarik/dicabut. Setelah tanaman dicabut dibersihkan dengan cara memotong pelepahnya sekitar 20–30 cm dari pangkal umbi, akarnya dibuang dan umbinya dibersihkan dari tanah yang menempel. Panen yang terlampau cepat menyebabkan umbi talas yang dihasilkan tidak kenyal dan tidak pulen, kebalikannya bila panen telat (terlalu tua) akan menghasilkan umbi talas yang terlampau simak dan keras. Oleh karena itu, panen sebaiknya dilakukan tepat waktu sesuai dengan jenis atau varietas talasnya supaya diperoleh kualitas hasil (umbi) yang baik (Ramadi, 2019).

Setelah talas dipanen dilakukan penyortiran umbi yang merupakan kegiatan pasca-panen. Penyortiran dilaksanakan untuk memilih umbi yang berwarna bersih kelihatan dari kulit umbi yang segar. Umbi yang cacat kelihatan dari ukuran besarnya umbi dan bintik hitam/garis-garis pada daging umbi. Penyortiran dilakukan untuk memisahkan ukuran umbi yang terlalu besar dan terlalu kecil sehingga memudahkan pengepakannya. Setelah selesai penyortiran umbi, selanjutnya dilakukan pengepakan (Prihatman, 2000). Pengepakan bertujuan untuk melindungi umbi dari kerusakan selama pengiriman dan memudahkan penanganannya dalam proses distribusi atau pengirimannya. Untuk pasar antarkota/dalam negeri dibungkus dan ditempatkan dalam karung-karung goni atau keranjang dibuat dari bambu supaya masih segar (Prihatman, 2000; Ramadi, 2019).

H. Penutup

Komoditas talas adalah salah satu komoditas tanaman pertanian yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dan berpeluang untuk dikembangkan secara skala usaha tani. Talas merupakan komoditas yang dapat menjadi komponen pangan menunjang diversifikasi pangan sebagai penyumbang karbohidrat alternatif yang bermanfaat bagi kesehatan. Oleh karena itu, talas merupakan komoditas pangan yang

perlu dikembangkan secara luas pada masa mendatang ketika komoditas pangan utama mengalami krisis.

Di beberapa wilayah, tanaman talas merupakan komoditas yang diunggulkan karena berpotensi untuk mendukung usaha (bisnis) atau menjadi salah satu sumber pendapatan atau perekonomian bagi masyarakat di pedesaan, karena tanaman talas dapat menjadi salah satu bahan baku produk olahan dari berbagai jenis panganan. Selain itu, talas juga merupakan salah satu komoditas ekspor khususnya ke Jepang, termasuk Australia dan Malaysia. Suksesnya pengembangan tanaman talas merupakan langkah strategis untuk memenuhi kebutuhan talas nasional dan untuk mendukung kegiatan ekspor talas. Secara ekonomi, berhasilnya ekspor talas akan menjadi salah satu sumber devisa bagi negara.

Tanaman talas umumnya dibudidayakan di lahan tegalan, meskipun demikian pengembangan talas tidak menutup kemungkinan dilakukan di lahan rawa (rawa pasang surut dan rawa lebak). Pengembangan tanaman talas di lahan rawa pasang surut dapat dilakukan dengan pendekatan teknologi pengelolaan lahan dan air, dan inovasi teknologi budi daya talas. Sistem surjan merupakan salah satu teknologi penyiapan lahan yang cocok dan tepat untuk pengembangan tanaman talas di lahan rawa.

Dukungan kebijakan dari pemerintah, baik pusat maupun daerah, yakni berupa regulasi dalam rangka merangsang dan memicu pengembangan tanaman talas sangat diperlukan. Regulasi tersebut akan mendorong semangat bagi para petani dan pengusaha terutama pada daerah/wilayah yang berpeluang untuk pengembangan komoditas talas, baik lahan tegalan maupun di lahan rawa pasang surut yang sangat berpotensi.

Daftar Pustaka

- Abdillah. 2021. "Mengetahui Pengertian dan Rumus B/C Ratio dan R/C Ratio". *Rumus.com*. Diakses dari <https://rumusrumus.com/rumus-b-c-ratio-dan-r-c-ratio/> (diakses pada 10 Januari 2022).
- Agrotek. 2020. "5 Cara Budidaya Tanaman Talas Terbukti Berhasil". *Agrotek*. Diakses dari <https://agrotek.id/cara-budidaya-tanaman-talas/> (diakses pada Desember 2021).

- Agrotek. 2022. "Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Talas". Agrotek. Diakses dari <https://agrotek.id/klasifikasi-dan-morfologi-tanaman-talas/> (diakses pada 13 Juli 2022).
- Alihamdan. 2021. "Malang Merupakan Salah Satu Sentra Produksi Talas di Indonesia". Diakses dari <https://www.alihamdan.id/tanaman-talas/>.
- Amrial. 2016. "Umbi Keladi Rohil Diminati Malaysia". *Berita Nusantara. Surat Kabar Online GoRiau.Com Gudangnya Informasi Riau*. Diakses dari <https://www.goriau.com/berita/baca/umbi-keladi-rohil-diminati-malaysia.html> (diakses pada 7 Januari 2022).
- Anakagronomi. 2017. "Syarat Tumbuh Tanaman Talas". *ANAKAGRONOMY(DOT)COM*. Diakses dari <https://www.anakagronomy.com/2017/08/syarat-tumbuh-tanaman-talas.html> 2017, (diakses pada 7 Januari 2022).
- Andani, S. P., J. Ginting, & Y. Hasanah. 2018. "Respons Pertumbuhan Bibit Talas (*Colocasia Esculenta* L.) terhadap Berbagai Komposisi Media Tanam dan Dosis Pupuk NPK". *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, E-ISSN No. 2337-659 Vol. 6, No. 4, Oktober 2018 (124): 845–853. Diakses dari <https://jurnal.usu.ac.id/agroekoteknologi>.
- Arbar, T. F. 2021. "11 Tanaman Hias Keladi Cantik Dikoleksi, Sudah Punya?". Diakses dari <https://www.cnbcindonesia.com>. > Lifestyle. (diakses pada Desember 2021).
- Ashari. 2020. "Potensi Talas untuk Mendukung Ketahanan Pangan Saat Pandemi Covid-19". *Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian Kementan*. Diakses dari <https://pse.litbang.pertanian.go.id> › ... › Berita.
- Azzahra, H., Y. D. M. Lubis, S. D. Hartantis, & N. Purnaningsih. 2020. "Teknik Budidaya Tanaman Talas (*Colocasia Esculenta* Scho) Sebagai Upaya Peningkatan Hasil Produksi Talas di Desa Situgede". *Jur. Pusat Inovasi Masyarakat*, Mei, Vol. 2 (3) 2020: 412–416.
- Budiarto, M. S. & Y. Rahayuningsih. 2017. "Potensi Nilai Ekonomi Talas Beneng (*Xanthosoma Undipes* K.koch) Berdasarkan Kandungan Gizinya". *Archives / Vol 1 No 1 (2017): Juni 2017 / Articles*. Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Provinsi Banten. Diakses dari <https://doi.org/10.37950/jkpd.v1i1.1> (diakses pada 7 Januari 2022).

- Hidayat, A. M. 2017. "Pengolahan Tanah dan Penanaman Talas". ANAKAGRONOMI.COM. Diakses dari <https://www.anakagronomy.com/2017/09/pengolahan-tanah-dan-penanaman-talas.html> (diakses pada 7 Januari 2022).
- Himagro. 2018. "It's a Plant Time Vol. 7a: Sistem Budidaya Surjan". *Himagro Faperta Unpad*. Diakses dari <http://himagro.faperta.unpad.ac.id/its-a-plant-time-vol...> (diakses pada 21 Juli 2022).
- Ismail, E. H. 2019. "Tembus Ekspor ke Jepang, Sulsel Tingkatkan Produksi Talas". Diakses dari <https://www.republika.co.id/berita/pw3yuj453/tembus-ekspor-ke-jepang-sulsel-tingkatkan-produksi-talas>.
- Iswar, I. & M. Rahmawati. 2019. "Pengaruh Dosis Kompos dan Pupuk KCl Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott var. *Antiquorum*)". *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(1):129-138. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. Diakses dari https://www.researchgate.net/publication/341122765_Pengaruh_Dosis_Kompos_dan_Pupuk_KCl_Terhadap_Pertumbuhan_dan_Hasil_Colocasia_esculenta_L_Schott_var_Antiquorum (diakses pada Desember 2021).
- Julianto. 2014. "Bioindustri Talas Cukup Prospektif". *Tabloid Sinar Tani*. Edisi Cetak SMS. Diakses dari <https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/iptek/733-bioindustri-talas-cukup-prospektif>.
- Kholisdinuka, A. 2019. "Kementerian Pertanian Ekspor 8,8 Ton Talas Beku Sulsel ke Jepang". *DetikFinance*. Diakses dari <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-4707431/kementan-ekspor-88-ton-talas-beku-sulsel-ke-jepang> (diakses pada 5 Januari 2022).
- Kurnia, I. M. 2016. "Tepung Talas dan Pemanfaatannya". Pemerintah Kabupaten Buleleng. Dinas Pertanian dan Peternakan Kabupaten Buleleng. Diakses dari <https://distan.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/tepung-talas-dan-pemanfaatannya> (diakses pada 10 Januari 2022).
- Kurniawan, F. 2022. "Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Talas". *Fredikurniawan.com. Tempatnya Berbagi Ilmu Pengetahuan*. Diakses dari <https://fredikurniawan.com/klasifikasi-dan-morfologi-tanaman-talas/> (diakses pada 10 Januari 2022).

- Lubis, L. W. K. & Suwanto. 2018. "Pengaruh Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Kalium Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Talas Belitung (*Xanthosoma sagittifolium* (L.))". *Buletin Agrohorti*, 6 (1): 87-98 (2018). Diakses dari <https://journal.ipb.ac.id/article/download> (diakses pada 21 Juli 2022).
- Maarif, A. 2020. "Jangan Salah, Ini Fakta Perbedaan Talas dan Keladi", *Beranda Perkebunan*. Diakses dari <https://panennews.com/2020/10/jangan-salah-ini-fakta-perbedaan-talas-dan-keladi/> (diakses pada 19 Januari 2022).
- Makruf, A. & H. Iswadi. 2015. *Kumpulan Informasi Teknologi (KIT) Budidaya Tanaman Umbi-umbian*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bengkulu. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Munthe, B. C. 2011. "Pasar Terbuka Lebar Namun Ekspor Talas Masih Cilik". *Indeks Berita*. Diakses dari <https://industri.kontan.co.id/news/pasar-terbuka-lebar-namun-ekspor-talas-masih-cilik> (diakses pada 3 Januari 2022).
- Noor, M. & A. Rahman. 2015. "Biodiversitas dan Kearifan Lokal dalam Budidaya Tanaman Pangan Mendukung Kedaulatan Pangan: Kasus di Lahan Rawa Pasang Surut". *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia*, 1(8): 1861-1867. Diakses dari <https://smujo.id/psnmbi/article/downloadPDF>. (diakses pada 11 Januari 2022).
- Pangesthi, A. 2019. "17 Resep Olahan Talas, Lezat dan Mudah Dibuat". *Brilio.net*. Diakses dari <https://www.briliofood.net/resep/17-resep-olahan-talas-lezat-dan-mudah-dibuat-1909232.html> (diakses pada Desember 2021).
- Prihatman, K. 2000. "Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)". *Sistim Informasi Manajemen Pembangunan di Perdesaan, Proyek PEMD. BAPPENAS*. Jakarta. Diakses dari <https://docplayer.info/40959485-Talas-colocasia-esculenta-l-schott.html> (diakses pada 7 Januari 2022).

- Ramadi, F. 2019. "Budidaya dan Analisis Usaha Tanaman Talas (*Colocasia Esculenta* L.)". Balai Penyuluh Pertanian Kecamatan Tapung Hilir, Kabupaten Kampar, Riau. Diakses dari <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/85856/Budidaya--Analisis-Usaha-Tanaman-Talas-colocasia-Esculenta-L> (diakses pada 3 Januari 2021).
- Ratag, S. P., J.S. Tasirin, & E.F. Pangemanan. 2013. "Potensi Agroforestri Tanaman Talas Rawa Raksasa (*Cyrtosperma merkusii* (Hasck) Schott) pada Lahan Rawa Pasang Surut Untuk Ketahanan Pangan". *Makalah Seminar Nasional Agroforestri IV*, 26 Oktober 2016. Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
- Rohman, S. 2020. "Potensi Talas Untuk Perkuat Ketahanan Pangan Indonesia". *sariagri.id*. Diakses dari <https://hortikultura.sariagri.id/61880/potensi-talas-untuk-perkuat-ketahanan-pangan-indonesia> (diakses pada 4 Januari 2022).
- Samdani & M. Saleh. 2017. "Budidaya Talas di Lahan Rawa Lebak Dangkal". *Info Aktual*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa Balitbangtan, Kementerian Pertanian. Diakses dari <http://balittra.litbang.pertanian.go.id> >..... (diakses pada 12 Januari 2022).
- Sanif, R. & R. Nurwany. 2017. "Vitamin A dan Perannya dalam Siklus Sel". *ejournal UNSRI*. JKK, Volume 4, No. 2, April 2017: 83–88. p-ISSN 24067431; e-ISSN 2614-0411. Diakses dari <https://ejournal.unsri.ac.id/article/download> (diakses pada 13 Juli 2020).
- Selly, J. 2021. "Mengenal Talas: Aneka Jenis, Cara Memilih, Mengolah & Aneka Sajiannya". *Resepkoki*. Bahan Masak dan Makanan. Diakses dari <https://resepkoki.id/mengenal-talas-aneka-jenis-cara-memilih-mengolah-aneka-sajiannya/> (diakses pada 7 Januari 2022).
- Setya, D. 2021. "Jadi Komoditi Ekspor, Daun Talas Punya Nutrisi Untuk Perkuat Imun Tubuh". *DetikFood*. Diakses dari <https://food.detik.com/info-kuliner/d-5647497/> (diakses pada Januari 2022).
- Silalahi, H. Br. 2009. "Analisis pendapatan usahatani dan pemasaran talas di kelurahan Situgede, Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor". *Metadata*. IPB University Bogor Indonesia Scientific Repository. Diakses dari <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/12729> (diakses pada 5 Januari 2022).

- Solopos. 2021. "Jadi Komoditas Ekspor, Daun Talas Diminati Pasar Luar Negeri". *Okezone Economy*. *Solopos.com*. Diakses dari <https://economy.okezone.com> › Economy › hot issue (diakses pada 10 Januari 2022).
- Sudomo, A., & A. Hani. 2014. "Produktivitas Talas (*Colocasia Esculenta* L. Shott) di Bawah Tiga Jenis Tegakan dengan Sistem Agroforestri di Lahan Hutan Rakyat". *Jurnal Ilmu Kehutanan*, Volume 8, No 2, Juli-September 2014. Diakses dari <https://jurnal.ugm.ac.id> › jikfkt › article › download. Pdf (diakses pada 4 Januari 2022).
- Sukmawati, R. & E. Santosa. 2020. "Program Kawasan Agrowisata Pertanian Talas di Kelurahan Situ Gede Kabupaten Bogor". *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, Juli 2020, Vol. 2(5) 2020: 696-700.
- Setyowati, M., I. Hanarida, & Sutoro. 2007. "Karakteristik Umbi Plasma Nutfah Tanaman Talas (*Colocasia esculenta*)". Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor. *Buletin Plasma Nutfah*, Vol. 13, No. 2, Th. 2007. 49-55. Diakses dari <https://media.neliti.com> › media › publications › 6...PDF (diakses pada 5 Januari 2022).
- Sulistyowati, P. V. N., Kendarini, & Respatijari. 2014. "Observasi Keberadaan Tanaman Talas-talasan Genus *colocasia* dan *xanthosoma* di Kec. Kedung Kandang Kota Malang dan Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang". *Jurnal Produksi Tanaman*, Volume 2, Nomor 2, Maret 2014, hlm. 86-93. Diakses dari <https://media.neliti.com> › media › 127299-ID-none-Pdf (diakses pada 5 Januari 2022).
- Tiofani, K. & Y. Aisyah. 2021. ""Empat Sumber Karbohidrat Pengganti Nasi Menurut Ahli Gizi". *Kompas.com*. Diakses dari <https://www.kompas.com/food/read/2021/08/16/133507175/4-sumber-karbohidrat-pengganti-nasi-menurut-ahli-gizi?page=all> (diakses pada 13 Juli 2022).
- Turang, A. C. & L. A. Matindas. 2011. "Mengenal Tanaman TALAS/BETE (bhs: Minahasa) dan Kegunaannya Bagi Manusia". *Info Teknologi-4*. BPTP Sulawesi Utara. Badang Litbang Kementerian Pertanian. Diakses dari <https://sulut.litbang.pertanian.go.id> (diakses pada 13 Januari 2022).

- Usumagi, R. A. 2020. "Jenis Talas di Indonesia, Bisa Buat Keripik Sampai Bolu". *Kompas.com*. Diakses dari <https://www.kompas.com> > Food > Food Story (diakses pada Desember 2021).
- Zelin, O., & H. B. Setyawan. 2019. "Pengaruh Macam Bahan Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Talas (*Colocasia esculenta* L.)". *Berkala Ilmiah Pertanian*, Volume 2, Nomor 3, Agustus 2019, hlm. 122-126.



BAB 10

TEKNOLOGI BUDI DAYA UBI JALAR DI LAHAN RAWA

Muhammad Saleh dan Izhar Khairullah

Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email: saleh_duransyah@yahoo.co.id

A. Ringkasan

Tanaman ubi jalar mengandung karbohidrat dengan persentase yang cukup tinggi sehingga merupakan alternatif dalam diversifikasi tanaman pangan. Selain itu, kandungan gizinya juga cukup tinggi di antaranya *beta carotene* dan antosianin. Adaptasi tanaman ubi jalar cukup luas, sehingga bisa dibudidayakan pada lahan rawa pasang surut maupun rawa lebak. Indonesia mempunyai lahan rawa yang cukup luas dan sangat potensial untuk pengembangan pertanian. Tanaman ubi jalar dapat mencapai hasil yang optimal sesuai potensi hasilnya, apabila penanaman dilakukan dengan teknologi yang sesuai dengan anjuran, di antaranya penggunaan varietas unggul yang berdaya hasil tinggi, persiapan bahan tanaman (stek) yang baik, pengolahan tanah, pemberian kapur bagi lahan yang masam, pemupukan, pemeliharaan yang intensif, pengendalian hama, dan penyakit tanaman serta perlakuan panen dan pasca-panen yang baik.

B. Pendahuluan

1. Latar Belakang

Tanaman ubi jalar, sudah lama dikenal dan dibudidayakan oleh penduduk Indonesia. Ubi jalar merupakan salah satu alternatif pilihan sumber karbohidrat yang baik, karena persentasi kandungan karbohidratnya yang tinggi. Oleh karena itu, dalam penganekaragaman tanaman pangan sebagai sumber bahan karbohidrat bagi masyarakat Indonesia, tanaman ubi jalar perlu mendapat perhatian. Sebagai bahan makanan, pemanfaatan ubi jalar selain dikonsumsi langsung seperti direbus atau digoreng, dapat dibuat dalam bentuk tepung maupun pasta. Seperti tepung lainnya, tepung ubi jalar dapat dibuat berbagai makanan, seperti kue kering, kue basah, roti, dan mi ubi jalar (Saleh, 2011).

Pemanfaatan lain dari tanaman ubi jalar adalah daunnya dapat dikonsumsi. Menurut Rohmitriasih (2019), daun muda ubi jalar dapat difungsikan sebagai sayuran daun, yang dapat diolah dengan cara direbus, dikukus, dan ditumis seperti sayuran daun lainnya. Daun ubi jalar bahan campuran untuk membuat bubur Manado.

Adaptasi tanaman ubi jalar cukup luas, dapat ditanam di berbagai ekosistem dari dataran rendah seperti lahan rawa sampai dataran tinggi seperti di daerah pegunungan. Menurut Widodo dan Rahayuningsih (2009), tanaman ubi jalar dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada ketinggian 0 sampai 3000 m dari permukaan laut. Budi daya, tanaman ubi jalar cukup mudah, sehingga banyak petani yang mengusahakannya.

Beberapa petani tradisional di lahan rawa lebak Kabupaten Hulu Sungai Selatan dan Hulu Sungai Utara di Kalimantan Selatan, mengolah ubi Nagara dalam bentuk sawut. Sawut merupakan produk setengah jadi berbentuk serpihan kering dengan kadar air sekitar 10%, tahan disimpan dan mudah dalam penyajian. Sawut dikonsumsi sebagai bahan makanan pokok. Cara penyajiannya adalah sawut disiram air panas dan diaduk, kemudian dikukus sekitar 15 menit hingga lunak, sebagai makanan pokok pengganti nasi, sawut tersebut dikonsumsi bersama sayur dan lauk lainnya.

Produksi ubi jalar di Indonesia sebesar 2.297.634 ton, dengan penanaman seluas 143.125 ha. Dengan demikian, produktivitas yang dicapai 16,053 t/ha (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian 2016). Sementara potensi hasil dari varietas unggul yang lepas Balitkabi berkisar antara 30–37,1 t/ha (Balitkabi, 2017). Menurut Beding dan Daut (2016), rendahnya hasil

tersebut disebabkan oleh sistem budi daya yang masih sederhana, tanpa menggunakan input. Oleh karena itu, perlu perbaikan teknik dalam budi daya ubi jalar agar hasil yang dicapai dapat optimal penggunaan varietas unggul, pengapuran, pemupukan, dan pemeliharaan yang intensif.

2. Tujuan

Dalam tulisan ini akan diuraikan tentang teknologi budi daya tanaman ubi jalar pada lahan rawa yang meliputi lahan rawa pasang surut dan rawa lebak.

C. Potensi Lahan Rawa untuk Tanaman Ubi Jalar

Tanaman ubi jalar mempunyai adaptasi yang luas, dapat hidup pada semua jenis tanah, tetapi tanaman ubi jalar tidak tahan terhadap genangan (Wahyuningsih, *et.al.*, 2016). Pada lahan rawa, baik rawa pasang surut atau rawa lebak tanaman ubi jalar masih dapat diusahakan, dengan syarat lahannya tidak tergenang. Pada lahan rawa pasang surut ubi jalar dapat ditanam secara hamparan pada tipe luapan air C dan D, sedangkan pada tipe luapan B, tanaman ubi jalar dapat ditanam dengan sistem surjan. Pada lahan rawa lebak pematang (dangkal) dan lebak tengahan, ubi jalar dibudidayakan pada saat musim kemarau, di mana pada saat lahan tidak tergenang.

Indonesia memiliki lahan rawa yang luasnya sekitar 34.12 juta ha, tersebar di Pulau Sumatra, Kalimantan, Papua, Sulawesi Maluku, dan Jawa. Dari luasan tersebut, berdasarkan tipologi lahannya terdiri dari lahan rawa lebak dan pasang surut dengan luas masing-masing sebesar 25,21 juta ha dan 8,92 juta ha (Ritung, *et.al.*, 2015).

Budi daya tanaman ubi jalar di lahan rawa, memberikan hasil yang bervariasi, hal ini disebabkan karena kondisi lahan rawa yang juga sangat beragam. Tanaman ubi jalar yang ditanam di lahan rawa pasang surut hasilnya lebih rendah dibanding dengan yang ditanam hasil di lahan rawa lebak (Gambar 22). Hasil ubi jalar yang dibudidayakan pada tipe luapan air C, rata-rata sebesar 8 t/ha (Koesrini, *et.al.*, 2017). Menurut Wahyuningsih, *et.al.* (2016), penanaman di tanah masam di Pulau Sumatra dan Kalimantan pada pH 4,2 masih tercapai hasil sebesar 20 t/ha. Hasil pengujian beberapa varietas ubi jalar di lahan rawa lebak memberikan hasil sebesar 19,44–36,29 t/ha (William dan Saleh, 2017).



Gambar 22. Budi Daya Ubi Jalar dengan Sistem Hamparan dan Sistem Surjan

Sumber: Dok. Saleh 2019 dan 2022

Lahan rawa lebak yang ada di Indonesia, dibedakan dalam beberapa kategori. Menurut Widjaja-Adhi, *et.al.* (1992), berdasarkan lama dan ketinggian genangan air, lahan lebak dibagi menjadi tiga kategori, yaitu:

1. Lebak dangkal, lahan lebak yang mempunyai tinggi genangan 25–50 cm, selama minimal 3 bulan dalam setahun, mempunyai hidrotopografi nisbi lebih tinggi dan merupakan wilayah paling dekat dengan tanggul.
2. Lebak tengahan, lahan lebak yang mempunyai tinggi genangan 50–100 cm, selama minimal 3–6 bulan dalam setahun, mempunyai hidrotopografi lebih rendah dari lebak dangkal dan terletak antara lebak dangkal dan lebak dalam.
3. Lebak dalam, lahan lebak yang mempunyai tinggi genangan > 100 cm, selama > 6 bulan dalam setahun, mempunyai hidrotopografi paling rendah.

Di saat musim hujan lahan rawa lebak tergenang, petani mengusahakan lahannya dengan menanam padi, itupun hanya terbatas pada lahan rawa lebak tengahan dan dangkal. Sementara pada musim kemarau lahan rawa lebak menyerupai hamparan di lahan kering, pada saat ini petani mengusahakan tanaman palawija seperti ubi jalar.

D. Taksonomi dan Morfologi Tanaman Ubi Jalar

1. Taksonomi

Kedudukan taksonomi tanaman ubi jalar sebagai berikut (Van Steenis, *et.al.*, 2008).

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisio	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisio	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Convolvulaceae</i>
Familia	: <i>Convolvulus</i>
Genus	: <i>Ipomoea batatas L.</i>

2. Morfologi

Tanaman ubi jalar merupakan tanaman semusim, berupa semak, batangnya panjang, berbentuk sulur dengan panjang dapat mencapai 5 meter, bercabang dan bergetah. Daun tunggal, mempunyai tangkai, helaian daun lebar dengan bentuk daun membulat, segitiga, atau menjari. Pangkal daun berbentuk jantung, tepi daun rawa. Karangan bunga berbentuk payung yang muncul pada ketiak daun. Mahkota bunga berbentuk lonceng sampai terompet, berwarna ungu muda (Van Steenis, *et.al.*, 2008). Umbi utama tanaman ubi jalar mempunyai bentuk yang bermacam-macam tergantung pada jenisnya. Ada yang berumbi dengan bentuk memanjang, bentuk bulat. Pada pangkal ruas batang yang menyentuh tanah, akan dapat menghasilkan umbi baru selain umbi yang utama. Warna kulit umbi dan warna daging umbi bervariasi menurut jenisnya seperti pada Tabel 26 (Balitkabi, 2017).

Tabel 26. Warna Kulit dan Daging Umbi Beberapa Varietas Unggul Ubi Jalar

Varietas	Warna Kulit	Warna Daging Umbi
Beta 3	Merah cerah	Jingga
Antin 3	Merah keunguan	Ungu tua
Beta 2	Merah	Oranye
Antin 2	Ungu cerah	Ungu
Beta 1	Merah	Oranye tua
Antin 1	Putih	Ungu
Sawenter	Merah	Krem
Papua Patippi	Krem	Kuning pucat
Papua Solossa	Kuning kecokelatan	Kuning tua

Keunggulan bahan pangan dari ubi jalar yang perlu dipromosikan adalah warna daging buahnya yang beraneka ragam, yaitu putih, putih kekuningan, kuning, oranye, oranye kemerah-merahan, ungu dan

ungu kebiru-biruan. Ubi jalar dengan warna daging ungu, mempunyai kandungan antosianin yang tinggi. Antosianin bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia karena dapat berfungsi sebagai antioksidan, antihipertensi dan pencegah gangguan fungsi hati (Silva dan Murdolelono, 2011). Kandungan gizi ubi jalar berdasarkan warna daging umbinya (Gambar 23 dan 24) disajikan pada Tabel 27 berikut ini (Hasanah, 2007).

Tabel 27. Kandungan Gizi pada Ubi Jalar dengan Warna Daging Umbi Putih, Kuning, dan Ungu

No.	Kandungan Gizi	Putih	Kuning	Ungu
1.	Zat pati %	28,79	24,47	12,64
2.	Gula reduksi %	0,32	0,11	0,30
3.	Lemak %	0,77	0,68	0,94
4.	Protein %	0,89	0,49	0,77
5.	Air %	62,24	68,78	70,46
6.	Abu %	0,93	0,99	0,84
7.	Serat %	2,5	2,79	3,0
8.	Vitamin C mg/100 gr	28,68	29,22	21,43
9.	Antosianin mg/100 gr	0,06	4,56	110,51



Gambar 23. Variasi Warna dari Daging Umbi Beberapa Varietas Ubi Jalar

Sumber: Dok. Saleh (2019)



Gambar 24. Keragaman Bentuk dan Warna Umbi dari Tanaman Ubi Jalar

Sumber: Dok. Saleh (2019)

E. Teknologi Budi Daya

1. Varietas Unggul

Perkembangbiakan tanaman ubi jalar dapat dilakukan secara generatif dan/atau secara vegetatif. Perkembangbiakan secara generatif melalui biji, dilakukan oleh peneliti pemuliaan tanaman untuk menghasilkan tanaman yang lebih baik melalui persilangan. Perkembangan teknologi sekarang ini, untuk menciptakan tanaman ubi jalar yang bebas hama penyakit terutama virus, bisa melalui teknik kultur invitro. Selain itu, melalui teknologi kultur invitro juga dapat menginduksi pertumbuhan tunas yang banyak dalam waktu yang singkat (Purnamaningsih dan Sri Hutami, 2012).

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, melalui peneliti pemulia tanaman dari Balitkabi, telah menghasilkan beberapa varietas unggul yang mempunyai keunggulan tertentu, misalnya berdaya hasil tinggi, adaptif terhadap lingkungan tertentu, dan mengandung nilai gizi yang diperlukan tubuh seperti vitamin C, vitamin A (beta karoten) dan tahan terhadap hama dan penyakit tertentu. Beberapa varietas unggul yang dilepas oleh Balitkabi dan sudah berkembang di petani, di antaranya varietas Klasan, Muaratakus, Cangkung, Sewu, Sari, Boko, Sukuh, Jago, Kidal, Cilembu, Papua Solossa, Papua Pattipi, Sawenter, Beta 1, Beta 2, Beta 3, Antin 1, Antin 2, dan Antin 3, Benindo, Panting 1 dan Panting 2 (Balitkabi, 2017; 2018).

Di wilayah Nagara, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, terdapat ubi jalar yang khas dan spesifik lokasi, yang dikenal dengan nama gumbili Nagara. Dari daerah rawa lebak ini, dilepas varietas unggul yang merupakan hasil pemutihan varietas unggul lokal dengan nama kiyai baru (Koesrini, *et.al.*, 2017; Saleh, 2011). Selain varietas kiyai baru, petani di lahan rawa lebak juga mengenal varietas kiyai lama, maliku kuning, ubi oranye, dan ubi ungu (Hasanah, 2007; Saleh, 2011).

2. Persiapan Bibit (Stek)

Perkembangbiakan secara vegetatif dapat dilakukan melalui umbi dan stek. Perkembangbiakan melalui umbi digunakan untuk memperbanyak stek. Menurut Widodo dan Rahayuningsih (2009), serta Widodo dan Wahyuningsih (2014), pada perbanyakan ubi jalar melalui umbi,

dipilih umbi yang baik, normal, dan tidak cacat. Umbi yang terpilih tersebut kemudian disemai pada lahan yang sudah disiapkan. Setelah umbi bertunas panjang, dipotong baru dipindah (ditanam) ke lahan dengan skala yang lebih luas. Dari lahan perbanyakan ini kita ambil steknya untuk ditanam sebagai tanaman yang akan menghasilkan umbi. Untuk berikutnya, perbanyakan stek dari sulur ini bisa kita ambil dari pertanaman kita sampai lima kali turunan (musim tanam), setelah itu harus diperbaharui dengan perbanyakan melalui umbi kembali.

Persyaratan yang perlu diperhatikan dalam pengambilan stek sebagai bahan tanaman, adalah induk tanaman. Pohon induk harus tumbuh normal dan subur. Sebelum stek ubi jalar ditanam (Gambar 25), terlebih dahulu dilakukan seleksi dengan kriteria sebagai berikut.

- a. Stek harus sehat, di mana tidak menunjukkan adanya gejala penyakit seperti keriting akibat penyakit kudis.
- b. Stek/sulur serta daunnya tidak terdapat hama, misalnya kelompok kumpulam telur dari serangga.
- c. Stek yang dipakai bagian ujung atau tidak terlalu tua.
- d. Stek yang tua yang berada di pangkal sulur, sebaiknya jangan digunakan, karena waktu bertunasnya lambat, serta sebagai pembawa hama penggerek sulur, dan/atau penyakit busuk umbi.



Gambar 25. Stek Ubi Jalar dengan Panjang 25–30 cm

Sumber: Dok. Saleh (2022)

Pemotongan sulur untuk dijadikan stek, sepanjang 25–30 cm (Usnawiyah dan Zurahmi Wirda, 2019; Mayasari, *et.al.*, 2020). Sebelum stek ditanam, simpan di tempat yang teduh. Penyimpanan stek dapat berlangsung sekitar 3–6 hari. Untuk penyimpanan lebih dari 9 hari kerusakan daun dan pucuk cukup tinggi (Rahajeng dan Rahayuningsih, 2012). Penundaan penanaman stek setelah dipotong dari sulur induknya, bertujuan agar getah yang muncul pada stek benar-benar kering, sehingga pembentukan akar dapat lebih cepat (Widodo dan Rahayuningsih, 2009).

Perlakuan stek sebelum dilakukan penanaman adalah pencelupan ke dalam larutan fungisida Mancozep 80% dan insektisida Carboforan. (Rahayuningsih, 2012), hal ini bertujuan untuk memutus siklus penyakit atau hama kalau ada yang terikut melalui stek dari tanaman induknya, atau mencegah penularan melalui media tanah yang akan ditanami.

3. Pengolahan Tanah

Tanaman ubi jalar merupakan tanaman yang menghendaki banyak sinar matahari dapat penyinaran penuh (Wahyuningsi, *et.al.*, 2016). Oleh karena itu, pemilihan lokasi untuk areal penanaman ubi jalar harus terbuka dan tidak ternaungi.

Lahan rawa yang tergolong lahan basah, gulma tumbuh, dan berkembang dengan cepat. Beberapa jenis gulma yang berkembang di lahan rawa di antaranya jenis paku-pakuan (kalakai), karamunting, jenis graminea (bondong, teki). Sebelum dilakukan pengolahan tanah, terlebih dahulu dilakukan pembersihan gulma. Pembersihan gulma dapat dilakukan dengan menggunakan herbisida.

Pengolahan tanah dilakukan menggunakan cangkul, dengan cara membalik bongkah tanah dan dihancurkan sampai gembor (Widodo dan Rahayuningsih, 2009). Pengolahan tanah ini dilakukan pada lapisan olah tanah saja, sekitar 25–30 cm dari permukaan tanah. Pada lahan rawa pasang surut dengan kandungan Al/Fe di lapisan bawahnya pengolahan tanah harus dilakukan secara hati-hati. Pengolahan yang terlalu dalam dapat mengangkat (menaikkan) Al atau Fe ke permukaan yang dalam konsentrasi tertentu dapat menjadikan racun bagi tanaman (Subagio, 2006).

Pengolahan tanah yang dilakukan sesuai anjuran, yaitu sampai gembor. Tanah yang gembor akan menyediakan tempat yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman ubi jalar, karena aerasi dan drainase menjadi lancar, memudahkan penyerapan unsur hara dan umbi dapat berkembang secara maksimal. Menurut Widodo dan Wahyuningsih (2014), pada waktu panen ubi jalar yang umbinya berada di dalam tanah yang subur dan gembor akan lebih mudah.

Petani di lahan rawa lebak, secara tradisional dalam budi daya ubi jalar (gumbili) varietas lokal Nagara, maupun varietas unggul, tidak melakukan pengolahan tanah, karena lahannya sudah gembor akibat kandungan bahan organik yang tinggi.

4. Pengapuran

Ubi jalar merupakan tanaman yang cukup toleran terhadap keragaman pH tanah dengan kisaran pH antara 5,0–6,7, untuk mendapatkan hasil yang optimal diperlukan kisaran pH antara 5,6–6,0 t/ha. Pada tanah yang masam perlu diberikan kapur. Menurut Prasetyaswati dan Budi Santoso (2012), dijelaskan bahwa pada lahan podsolik merah kuning di Lampung dengan pH tanah 5,0, pemberian kapur dosis 500 kg/ha pada pertanaman ubi jalar dapat meningkatkan hasil dari 5,76 menjadi 10,26 t/ha.

Budi daya ubi jalar pada lahan rawa pasang surut dengan kondisi tanah yang sangat masam agar hasil yang dicapai optimal perlu diberikan kapur. Pemberian kapur dilakukan pada saat pengolahan tanah atau minimal 7 hari sebelum dilakukan penanaman. Pemberian dilakukan dengan cara disebar merata pada permukaan lahan, dosis kapur berkisar antara 1,0–2,0 t/ha. Pada lahan rawa lebak dengan kondisi tanah yang subur akibat endapan dan kondisi tanah yang tidak masam, sehingga tidak diperlukan pemberian kapur.

5. Pemberian Bahan Organik

Pada lahan suboptimal seperti lahan rawa pasang surut, pada umumnya kahat akan unsur hara. Pemberian bahan organik sangat membantu untuk pertumbuhan awal stek. Bahan organik yang diberikan pada umumnya berupa pupuk kandang, baik yang berupa kotoran sapi, kotoran ayam maupun kelelawar. Menurut Wahyuningsih, *et.al.* (2016), takaran pupuk

kandang yang diberikan sebesar 5,0 t/ha. Pemberian pupuk kandang dilakukan pada saat pengolahan tanah, sehingga pupuk yang diberikan akan terbenam dan tercampur secara sempurna pada lahan.

Pemberian bahan organik akan menambah unsur hara yang lebih lengkap dibanding pupuk buatan, hal ini disebabkan karena kandungan unsur hara pada pupuk organik bervariasi. Selain itu, keuntungan lain yang didapat dari pemberian bahan organik ini akan memperbaiki struktur tanah di mana tanah menjadi gembur, sehingga aerasi dan drainase lancar. Tanah dengan drainase dan aerasi yang lancar akan membantu pertumbuhan akar pada stek. Menurut Wahyuningsih, *et.al.* (2016), buruknya aerasi dalam tanah pada fase pertumbuhan awal akan menyebabkan proses akar yang berdiferensiasi menjadi umbi terganggu.

6. Pemberian Mulsa

Dalam budi daya ubi jalar dapat menggunakan mulsa maupun tidak, tergantung dari kelembapan tanahnya. Pada lahan rawa lebak tengahan yang tanahnya relatif lembap tidak diperlukan penggunaan mulsa. Penanaman pada musim kemarau, baik pada lahan rawa lebak dangkal, maupun lahan rawa pasang surut tipe C dan D, sebaiknya menggunakan mulsa. Mulsa yang digunakan dapat berupa mulsa plastik, maupun jerami tanaman (Gambar 26). Menurut Wahyuningsih, *et.al.* (2016), jika tersedianya mulsa dari sisa tanaman sebelumnya, dapat digunakan menutup permukaan tanah.



Gambar 26. Budi Daya Ubi Jalar dengan Pemberian Mulsa Plastik dan Tanpa Mulsa

Sumber: Dok. Saleh, 2021 dan 2019

Beberapa keuntungan menggunakan mulsa, di antaranya:

- a. menjaga kelembapan tanah. Pada fase awal yaitu fase pembentukan akar sampai pembentukan umbi tanah harus lembap jangan sampai dalam kondisi kekeringan, karena akan mengganggu pertumbuhan dan pembentukan umbi;
- b. mencegah tumbuhnya gulma sehingga tenaga dan biaya untuk pengendalian gulma bisa ditekan;
- c. mencegah timbulnya akar pada ruas ubi jalar, sehingga tidak dilakukan pembalikan tanaman.

7. Penanaman

Penanaman stek ubi jalar sebaiknya dilaksanakan pada waktu sore hari, hal ini dilakukan agar stek yang baru ditanam tidak mengalami stres akibat suhu yang terlalu tinggi dengan teriknya sinar matahari. Penanaman pada sore hari, kemudian melewati waktu malam, stek akan tetap segar.

Penanaman dengan cara membenamkan ke dalam tanah sepanjang $\frac{2}{3}$ dari bahan stek. Menurut Widodo dan Rahayuningsih (2009), posisi penanaman dapat tegak, miring atau membengkok, tergantung kebiasaan petani. Jarak tanam yang dianjurkan untuk antarbarisan adalah 75 cm, sedangkan dalam barisan 20–30 cm, sehingga dalam satu hektare jumlah tanaman berkisar antara 40.000–60.000 tanaman. Jumlah populasi tanaman ini memengaruhi terhadap ukuran dan berat per umbi. Penanaman dengan populasi yang terlalu rapat, akan menghasilkan umbi dengan ukuran kecil.

8. Pemupukan

Tanaman ubi jalar, sangat respons terhadap pemberian pupuk, khususnya yang ditanam pada lahan yang kurang subur/lahan suboptimal. Menurut Widodo dan Rahayuningsih (2009), dosis pupuk yang dianjurkan dalam penanaman ubi jalar adalah 200 kg urea, 100 kg SP-36, dan 150 kg KCl per hektare. Dosis pupuk tersebut, diberikan dua kali, di mana $\frac{1}{3}$ bagian diberikan pada awal tanam, dan $\frac{2}{3}$ bagian diberikan pada saat tanaman ubi jalar berumur 1,5 sampai 2 bulan. Pemberian dilakukan dengan cara membenamkan di sekitar stek/batang utama tanaman.

9. Pengangkatan Batang (Pembalikan Tanaman)

Pengangkatan batang bertujuan untuk mencegah tumbuhnya akar serta umbi-umbi yang kecil dari ruas-ruas batang yang bersentuhan dengan tanah. Tumbuhnya umbi kecil pada ruas batang ini akan mengganggu perkembangan umbi pada batang utama, di mana umbi utama tidak berkembang secara maksimal akibat terbaginya unsur hara yang diserap. Budi daya dengan menggunakan mulsa plastik, kegiatan pembalikan tanaman ini tidak perlu dilakukan. Menurut Wahyuningsih, *et.al.* (2016), pembalikan tanaman dilakukan setiap minggu, setelah tanaman berumur 40 HST. Menurut Hidayanto, *et.al.* (2014), fase pembentukan umbi pada umur 3–8 minggu, dari umur tersebut, kegiatan pembalikan batang sudah perlu kita perhatikan.

10. Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman

Beberapa jenis hama yang menyerang tanaman ubi jalar, khususnya menyerang pada umbinya adalah sebagai berikut.

a. Hama Boleng, Lanas Penggerek Umbi

Salah satu hama tanaman ubi jalar yang sering dijumpai adalah hama boleng (*Cylas formicarius*). Hama ini akan menggerek umbi. Akibat serangan hama ini umbi akan rusak, baik secara fisik maupun rasanya, di mana umbi akan terasa pahit. Menurut Wahyuningsih, *et.al.* (2016), pencegahan hama boleng, diberi *carboforan* atau *carbosulfan* dengan dosis 25 kg/ha. Emberian dilakukan pada umur 30 hari setelah tanam, saat umbi mulai terbentuk.

b. Hama Nematoda (Cacing)

Hama nematoda ini akan menyerang akar, di mana ujung akar akan rusak, sehingga mengganggu penyerapan unsur hara yang mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan umbi jadi terganggu. Salah satu akibat dari serangan nematoda ini adalah permukaan umbi yang retak, sehingga tidak menarik dan menurunkan mutu umbi. Pengendalian hama cacing ini dapat dilakukan dengan pemberian nematesida atau melalui sistem pola tanam, yaitu menggilir atau mengganti jenis tanaman pada musim tanaman berikutnya.

c. Hama Penggerek Batang (*Omphisa Anastomasalis*)

Hama ini menyerang batang pada bagian pangkal, di mana batang akan berongga atau berlubang yang berisi hama berupa larva dari kupu-kupu. Pencegahan dan pengendalian hama ini dapat dilakukan dengan penyemprotan insektisida yang bersifat sistemik. Pengendalian lain dengan cara memberantas imagonya (kupu-kupu), dengan teknik lampu perangkap.

d. Penyakit Busuk Umbi (*Endoconidiophora Fimbriata*)

Serangan penyakit busuk umbi ini, ditandai dengan adanya bercak berwarna ungu/biru gelap, kemudian umbi membusuk, di mana umbi berasa pahit. Pengendalian serangan penyakit ini dapat dilakukan dengan penyemprotan fungisida. Sementara pencegahan dilakukan saat penanaman, di mana stek yang akan ditanam terlebih dahulu direndam dalam larutan fungisida.

11. Panen

Rentang waktu panen untuk tanaman ubi jalar cukup panjang, tetapi bila dipanen terlalu muda atau lewat masanya akan menyebabkan kuantitas dan kualitas hasil menjadi rendah (Widodo dan Wahyuningsih, 2014). Pada tanaman ubi jalar, umur panen berpengaruh terhadap kandungan karbohidrat, protein, dan nutrisi lainnya (Widodo dan Wahyuningsih, 2014). Menurut Widodo dan Rahayuningsih (2009), di dataran rendah sampai menengah, termasuk di lahan rawa, umur panen berkisar 3,5–5 bulan, lebih pendek dibanding umur panen di dataran tinggi yang berkisar antara 6–8 bulan bahkan ada yang lebih 12 bulan.

Dalam pelaksanaan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu sebagai berikut (Widodo dan Rahayuningsih, 2009; Mayasari, *et.al.*, 2020).

- Memotong pangkal batang sekitar 5 cm dari permukaan tanah.
- Mengangkut potongan tanaman (sulur) ke luar areal pertanaman.
- Menggali umbi secara hati-hati, usahakan agar umbi jangan terluka.
- Umbi disimpan di tempat yang teduh.
- Bersihkan umbi dari tanah yang menempel.
- Lakukan sortasi, memisah umbi yang rusak atau cacat dengan umbi yang baik.

- g. Kelompokkan umbi berdasarkan ukuran umbi, seperti besar, sedang, dan kecil.

Menurut Rahayuningsih (2012), pengelompokan ukuran umbi adalah sebagai berikut.

- Umbi sangat besar adalah umbi yang bobotnya >300 g/umbi.
- Umbi besar adalah umbi yang bobotnya 200–300 g/umbi.
- Umbi sedang adalah umbi yang bobotnya 100–<200 g/umbi.
- Umbi kecil adalah umbi yang bobotnya 50–<100 g/umbi.

F. Penutup

Dalam memenuhi kebutuhan pangan di Negara Indonesia, salah satunya dengan cara pengembangan tanaman pangan alternatif, seperti tanaman ubi jalar. Tanaman ubi jalar selain mengandung karbohidrat yang tinggi, juga mengandung vitamin dan mineral yang diperlukan tubuh.

Tanaman ubi jalar sudah lama dikenal oleh masyarakat Indonesia. Pertumbuhan ubi jalar mempunyai adaptasi yang luas, dari dataran tinggi sampai dataran rendah. Budi daya ubi jalar juga tergolong mudah, sehingga dapat kita anjurkan bagi petani di lahan rawa, baik lahan rawa pasang surut, maupun lahan rawa lebak.

Daftar Pustaka

- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang Umbi. 2017. *Deskripsi Varietas Unggul Ubijalar tahun 1977-2016*. Malang: Balitkabi.
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang Umbi. 2018. *Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi*. Malang: Balitbangtan. Kementan. Balitkabi.
- Beding, P. A. & Daut T. 2016. "Peningkatan Produksi Ubijalar Melalui Pendekatan PTT di Distrik Asolokobal, Kabupaten Jayawijaya, Provinsi Papua". Dalam Tri J., Saifur R., Alia B. R., Suryanti, Cahyo W., Agus D. N., Erlina A., Subejo, Arman W., Rosalia N. S., Anugerah P. P., & Annisa F. A. (Eds.). *Proseding Seminar Hasil Penelitian "Peningkatan Sinergi dan Inovasi Teknologi untuk Kedaulatan Pangan*.
- Hasanah, L. N. 2007. "Potensi Ubijalar sebagai Bahan Pangan Pokok Alternatif". *Jurnal Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Kalimantan Selatan*, Vol. 2 (2), Juli–September 2007: 31–35.

- Hidayanto, M., Yossifa E., & Chary S. 2014. "Pengelolaan Lahan Bekas Pertambangan Batubara Untuk Pengembangan Tanaman Ubijalar". Dalam Eka T. S., Panjisakti B., Taryono, Endang E., Makruf N., M. Syaifur R., Donny W., & Diyah W. R. (Eds.). *Proseding Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke 68 Fakultas Pertanian UGM*. Pengembangan dan Pemanfaatan IPTEK untuk Kedaulatan Pangan.
- Koesrini, Izkar K., M. Saleh, & Helda O. R. 2017. "Keragaan Tanaman Padi di Lahan Rawa". Dalam Masganti, M. Noor, M. Alwi, Herman Subagio, R.S. Simatupang, Eni Maftuah, Arifin Fahmi, Maulia A.S., M. Thamrin, & Hendri Sosiawan (Eds.). *Agro Ekologi Rawa*. IAARD Press.
- Prasetiaswati, N. & Budi Santoso. 2012. "Kelayakan Usaha Tani Ubi Jalar dengan Penerapan Teknologi Penggunaan Guludan di Lahan Kering Masam di Lampung". *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, Volume 31, No. 3. Tahun 2012, hlm. 188-194.
- Purnamaningsih, R. & Sri Hutami. 2012. "Kultur Invitro dari 20 Aksesori Ubijalar Mendukung Konservasi Plasma Nutfah Secara Ek Situ". Dalam Cahyo C., Sukmayati R., Elok K. H., Fahrur Razi, Romaidi, M. Faisal, & Erika R. (Eds.). *Proceeding Nasional Conferense on Green Technology 3. Harmony of Technology and Nature*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Rahajeng, M. & St. A. Rahayuningsih. 2012. "Pengaruh Lama Penyimpanan Stek dan Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Ubijalar". Dalam Cahyo C., Sukmayati R., Elok K. H., Fahrur Razi, Romaidi, M. Faisal, & Erika R. (Eds.). *Proceeding Nasional Conferense on Green Technology 3. Harmony of Technology and Nature*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Rahayuningsih, St. A. 2012. "Keragaan Pertumbuhan dan Hasil Umbi Klon/Varietas Ubijalar Daging Ungu dan Kuning di Tanah Regusol Kalitirto Yogyakarta". Dalam Yanisworo, Sari V., Tutut W., Endah B.I., Vila R., Agus H.M., & Teguh P. H. (Eds.). *Proceeding seminar Nasional 2021. Peran Teknologi untuk Kedaulatan Pangan dan Peningkatan Perekonomian Bangsa*. Fakultas Pertanian UVN. Yogyakarta.

- Ritung S., Erna S., D. Subardja, Sukarman, Kusumo N., Suparto, Hikmatulah, Anny M., Chendy T., Yiyi S., Rudi E. S., Wahyunto, Ponidi, Noto P., Usep S., Hapid H., Adi P., & Wahyu S. 2015. "Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia, Luas, Penyebaran dan Potensi Ketersediaan". IAARD Press.
- Rohmittriasih. 2019. "Mengenal Varian Ubijalar Paling Populer di Indonesia". *Fimale*. Diakses dari <https://www.fimale.com> (diakses pada 25 Februari 2022).
- Saleh, M. 2011. "Ubijalar Lokal Nagara sebagai Sumber Karbohidrat Alternatif di Lahan Rawa Lebak". Dalam Watemin, *et.al.* (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Implementasi Teknologi Budidaya Tanaman Pangan Menuju Kemandirian Pangan Nasional*. Fakultas Peranian Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- William, E. & M. Saleh. 2017. "Penampilan Empat Genotipe Ubijalar di Laha Rawa Lebak Dangkal". Dalam Tri Joko, M. S. Rahman, Suryanti, Cahyo W., Agus D. N., Erlina A., Susana E. R., Makruf N., Sraswati K. P., I. Made Y. P., Farid S., & Nuria TH (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian VI 2016 Fakultas Pertanian UGM*. Peranan Hasil Penelitian Pertanian dalam Mewujudkan Kedaulatan Pangan untuk Kesejahteraan Petani.
- Silva, H. & Bambang Murdolelono. 2011. "Responspetani terhadap Varietas Unggul Baru Ubijalar dan Peningkatan Pendapatan Melalui Home Industri di Kabupaten Timor Tengah Selatan". Dalam Moch. Muchlis Adie, *et.al.* (Eds.). *Inovasi Teknologi untuk Pengembangan Kedelai Menuju Swasembada. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. Bogor: Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian.
- Suriadikarta, D. A., Undang K., Mamat H. S., W. Hartatik, & A. Setyorini (Eds.). "Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa". Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Deptan.
- Usnawiyah & Zurahmi Wirda. 2019. "Peningkatan Hasil Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) Pada Tanah Inceptisol dengan Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskular". *Jurnal Agrium Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh*, Vol. 16, No. 1. Tahun 2019, hlm. 6-12.
- Steenis, C. G. G. J. Van, S. Bloembergen, & P. J. Eyma. 2008. *Flora*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

- Vika, M., Koesrini, & Mala A. 2020. "Potensi dan Pengembangan Budidaya Ubijalar Cilembu di Lahan Rawa Lebak Dangkal". Dalam Masganti, M. Noor, R.S. Simatupang, M. Alwi, Mukhlis, Eni Maftuah, & Yiyi Sulaeman (Eds.). *Inovasi Pengelolaan Lahan Rawa. Menuju Pertanian Maju, Mandiri dan Modern*. IAARD PRESS.
- Wahyuningsih, S., Yudi Widodo, & Nila Prasetyaswati. "Kinerja Pemupukan Tiga Genotipe Ubijalar Pada Agro Ekologi Lahan Kering dan Sawah Irigasi Terbatas". Dalam Tri J., Saifur R., Alia B. R., Suryanti, Cahyo W., Agus D. N., Erlina A., Subejo, Arman W., Rosalia N. S., Anugerah P. P., & Annisa FA (Eds.). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Peningkatan Sinergi dan Inovasi Teknologi untuk Kedaulatan Pangan*.
- Widodo, Y & St. A. Rahayuningsih. 2009. "Teknologi Budidaya Praktis Ubijalar Mendukung Ketahanan Pangan dan Usaha Agroindustri". *Bulletin Palawija*, No. 17: 29–8 (2009).
- Widodo, Y. & Sri Wahyuningsih. 2014. "Budidaya Berkelanjutan Aneka Ubi Guna Mewujudkan Ketahanan Pangan Mandiri dan Berdaulat". Dalam Eka T. S., Panjisakti B., Taryono, Endang E., Makruf N., M. Syaifur R., Donny W., & Diyah W. R. (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional dalam rangka Dies Natalis ke 68 Fakultas Pertanian UGM. Pengembangan dan Pemanfaatan IPTEK untuk Kedaulatan Pangan*, hlm. 450–460.
- Widjaya-Adhi, I. P. G., K. Nugroho, Didi Ardi S., & A. Syarifudin Karama. 1992. "Sumberdaya Lahan Pasang Surut, Rawa dan Pantai: Potensi, Keterbatasan dan Pemanfaatan". *Makalah Utama di Sajikan pada Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa*. Bogor.



BAB 11

LAHAN RAWA PASANG SURUT TEROBOSAN PENYEDIAAN PANGAN DI MASA DATANG

R. Smith Simatupang dan Siti Nurzakiah

Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email: rsmith_simatupang@yahoo.co.id

A. Ringkasan

Kalimat “soal pangan adalah soal hidup matinya bangsa”, merupakan kalimat yang sangat filosofis dan punya makna sangat dalam serta tidak bisa dipandang sebagai kata-kata yang bersifat puitis. Soal hidup matinya bangsa, artinya soal pangan merupakan hal penting dan perlu mendapat perhatian yang serius terutama penyediaan dan ketersediaannya secara berkecukupan serta berkesinambungan. Pangan, ketersediaannya berpengaruh terhadap stabilitas kehidupan masyarakat, bangsa, dan negara. Rawan pangan itu identik dengan kekurangan pangan, tidak tersedianya pangan secara cukup dan berkelanjutan dan berhubungan erat dengan stabilitas politik dan keamanan serta tata kehidupan masyarakat. Rawan pangan berdampak terhadap meningkatnya kriminalitas dan keadaan tidak aman, oleh karena itu penyediaan dan ketersediaan pangan menjadi tanggung jawab semua pihak dan secara khusus menjadi tanggung jawab pemerintah. Semakin luas lahan-lahan pertanian subur pemasok pangan (beras) utama yang beralih fungsi, menyebabkan semakin menyempitnya lahan-lahan produktif pemasok pangan untuk kebutuhan penduduk yang terus bertambah jumlahnya

setiap tahun. Diperkirakan kebutuhan pangan (beras) sekitar 30,13 juta ton per tahun untuk keperluan 270 jiwa penduduk dengan asumsi tingkat konsumsi 111,58 kg per kapita. Di samping itu, upaya intensifikasi untuk meningkatkan produktivitas lahan pada lahan-lahan yang sudah intensif dimanfaatkan tidak dapat meningkatkan hasil lagi disebabkan karena lahan sudah mencapai titik jenuh atau terjadi pelandaian (*levelling off*). Berhubungan dengan permasalahan yang disebutkan di atas, salah satunya adalah melakukan ekstensifikasi (perluasan areal) melalui pemanfaatan lahan-lahan suboptimal atau lahan tidur untuk menggantikan lahan yang sudah terkonversi, yaitu mengoptimalkan pemanfaatan lahan rawa pasang surut. Pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk pembangunan pertanian sudah semakin trendi bagi semua pihak termasuk bagi pemerintah. Berbagai kegiatan sudah dilakukan oleh pemerintah di lahan rawa pasang surut, antara lain: (1) menjadi lokasi Hari Pangan Sedunia Tahun 2018; (2) program #Serasi (Selamatkan Rawa dan Sejahterakan Rakyat) tahun 2019; dan (3) pengembangan *Food Estate* tahun 2020 di Kalimantan Tengah dan Sumatra Selatan, semua kegiatan tersebut dilaksanakan di lahan rawa pasang surut. Secara garis besar, beberapa kendala dan faktor pembatas produksi dijumpai pada sistem usaha tani di lahan rawa pasang surut, antara lain aspek fisika dan kimia tanah, aspek biologi tanah dan aspek sosial ekonomi. Melalui penelitian, kendala, dan faktor pembatas dapat diatasi dengan menerapkan inovasi teknologi, di antaranya pengelolaan air dan lahan untuk mengatasi masalah sifat fisika dan kimia tanah. Teknologi penataan dan penyiapan lahan, pengelolaan gulma dan rekayasa kelembagaan sosial ekonomi siap diimplementasikan untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan rawa pasang surut. Suksesnya pembangunan pertanian di lahan rawa pasang surut, penyediaan pangan di masa datang tercapai, berkelanjutan dan menjadi lumbung pangan dunia tahun 2045.

B. Pendahuluan

Presiden Republik Indonesia pertama, Ir. Soekarno dalam pidatonya pada tanggal 27 April 1952 di saat peletakan batu pertama pembangunan Fakultas Pertanian Universitas Indonesia yang kemudian menjadi Institut Pertanian Bogor (IPB) mengatakan bahwa, "*Soal pangan adalah soal hidup matinya bangsa*" (Danu, 2013; Pewarta, 2012). Pidato Presiden RI tersebut dapat dimaknai bahwa pangan sangat penting dan sangat

mendasar bagi kehidupan suatu bangsa dan negara, termasuk bagi bangsa Indonesia. Pidato tersebut sangat filosofis, dan dimaknai bahwa tanpa pangan suatu bangsa akan tidak menentu tata kehidupannya dan akan mengalami penderitaan.

Rawan pangan (ketidacukupan pangan) bagi suatu bangsa akan mengakibatkan terjadinya ketidakstabilan seluruh aspek kehidupan bangsa dan masyarakat, bahkan tata kehidupan suatu negara atau pemerintahan yang pada akhirnya menjadi kacau balau atau tidak menentu (*chaos*). Pada kondisi seperti ini, banyak hal-hal yang mungkin dapat terjadi terutama bagi kelompok tertentu akan memanfaatkan situasi untuk kepentingan pribadi maupun kelompoknya. Selain itu, kriminalitas (kejahatan) akan meningkat sehingga stabilitas keamanan masyarakat akan terganggu dan tidak terjamin.

Pembangunan pertanian di Indonesia sudah dilakukan setelah Indonesia merdeka sampai sekarang, yaitu dari zaman Orde Lama sampai era Kabinet Indonesia Maju (KIM). Berbagai upaya/program telah dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dan produksi pangan. Pada zaman Bung Karno, Indonesia termasuk kekurangan pangan ditunjukkan dengan banyaknya masyarakat di desa-desa yang masih memakan bonggol pisang. Berkaitan dengan keadaan itu, Bung Karno mengatakan bahwa soal pangan adalah masa depan bangsa dan negara, oleh karena itu pertanian harus mendapat perhatian dan ditangani secara sungguh-sungguh (Danu, 2013). Lebih lanjut, dijelaskan bahwa pada tahun 1952, jumlah penduduk Indonesia mencapai 75 juta jiwa, Indonesia butuh beras sebanyak 6,5 juta ton untuk dikonsumsi saat itu, sedangkan produksi beras nasional baru sekitar 5,5 juta ton. Oleh karena itu, Indonesia mengimpor beras dari Siam (Thailand), Saigon (Vietnam), dan Burma. Upaya untuk memenuhi kebutuhan pangan telah dilakukan melalui dua program yakni ekstensifikasi dan intensifikasi pertanian (Danu, 2013).

Dalam sejarah pembangunan pertanian, Indonesia sempat jaya dengan tercapainya swasembada pangan yakni pada tahun 1984 dan 2008, akan tetapi swasembada pangan tersebut tidak dapat dipertahankan sehingga pada tahun 1986 dan 2009 Indonesia kembali menjadi importir beras untuk memenuhi kebutuhan beras nasional (Noor dan Mukhlis, 2019). Berbagai proyek di Kementerian Pertanian sudah dilakukan bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan

produksi pangan nasional, antara lain SUTPA (1994–2000), GEMA PALAGUNG (1997–2000), PRIMATANI (2005–2009), PUAP (2008–2015), SL-PTT/P2BN (2008–2014), UPSUS PAJALE (2015–2019), Program #Serasi dan Pengembangan *Food Estate* (2020–2021) di Kalimantan Tengah (Rina dan Subagio, 2016; Noor dan Maftu'ah, 2020). Semua kegiatan tersebut merupakan kegiatan strategis Kementerian Pertanian untuk menuju Indonesia swasembada pangan yang berdaulat, berkelanjutan dan merealisasikan Indonesia menjadi lumbung pangan dunia tahun 2045 (Kementan, 2017).

Persoalan lain yang sedang dihadapi dalam pembangunan pertanian adalah daerah-daerah pemasok pangan utama seperti Pulau Jawa (>60%) saat ini cenderung menurun sampai menjadi 51,91% (Purwanto, 2018), salah satunya disebabkan semakin menyempitnya luas lahan pertanian karena alih fungsi lahan terus berlangsung dan tidak bisa dihentikan. Luas alih fungsi lahan untuk pembangunan infrastruktur (jalan tol, perumahan, dan lainnya) datanya berbeda-beda dilaporkan tergantung dengan sumbernya (Simatupang, *et.al.*, 2017). Laju konversi lahan sawah yang terus berlangsung sudah berada pada tingkat yang mengkhawatirkan, oleh karena itu perlu dilakukan tindakan pencegahan atau pencetakan sawah baru untuk mengimbangi penciptaan luas lahan (Mulyani, *et.al.*, 2016). Menurut Balitbangtan (2014), alih fungsi lahan yang berlangsung setiap tahunnya cukup luas yakni mencapai 40–50 ribu hektare per tahun bahkan bisa lebih besar luasnya.

Lahan sawah cenderung menciut akibat adanya alih fungsi lahan dengan laju rata-rata 1,0%–1,5% atau sekitar 75–90 ribu ha per tahun dan tidak seimbang dengan luas pencetakan sawah baru (Hidayat, 2009). Di sisi lain tingkat produktivitas lahan sawah sudah mengalami pelandaian (*levelling off*) meskipun sudah dilakukan intensifikasi, akan tetapi produktivitas tanaman tidak meningkat lagi. Solusi yang dapat dilakukan untuk menggantikan lahan-lahan yang sudah menyempit karena alih fungsi, salah satunya adalah dengan cara memanfaatkan lahan-lahan yang tidur atau terlantar dan/atau memanfaatkan lahan rawa pasang surut potensial sebagai alternatif perluasan areal (ekstensifikasi) pertanian (Simatupang, *et.al.*, 2017).

Pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk perluasan areal pertanian sudah menjadi pilihan yang harus dilakukan dan hal ini cukup strategis. Dikatakan demikian, pemerintah telah menunjukkan kemauan politiknya

untuk maksud dan tujuan ini dengan menetapkan penyelenggaraan Hari Pangan Sedunia ke-38 yang dilaksanakan pada tanggal 16 Oktober 2018 yang lalu di Desa Jejangkit, Kecamatan Jejangkit, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan merupakan lahan rawa pasang surut (Noor dan Maftu'ah, 2020). Adanya pandemi Covid-19 yang melanda dunia yang berlangsung lama dan peringatan Organisasi Pangan Dunia (*Food Agriculture Organization/FAO*), Indonesia telah menyikapi dan mengantisipasi terjadinya kerawanan pangan. Untuk itu pemerintah telah mengembangkan *Food Estate* di lahan rawa pasang surut di Kalimantan Tengah dan Sumatra Selatan. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan pertanian lebih diarahkan ke lahan rawa pasang surut disebabkan potensinya masih luas dan sangat mungkin dilakukan (Sulaeman dan Simatupang, 2020).

C. Kendala dan Faktor Pembatas

Pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk pembangunan pertanian dihadapkan dengan banyak kendala dan faktor pembatas produksi. Secara garis besar kendala dan faktor pembatas tersebut dapat disimpulkan menjadi tiga aspek, yaitu (1) aspek fisika dan kimia tanah; (2) aspek biologi tanah; dan (3) aspek sosial ekonomi. Ketiga aspek tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Aspek Kimia Tanah

Lahan rawa pasang surut memiliki karakter kimia tanah yang sangat spesifik. Salah satunya adalah ditemukannya lapisan sulfida/pirit (FeS_2) di dalam tanah yang kadarnya $>2\%$, dan pirit ini akan memberikan dampak negatif, baik terhadap tanah maupun tanaman yang dibudidayakan (Subagyo, 2006; Fahmi dan Hairani, 2021). Pirit apabila terekspos ke permukaan tanah selanjutnya akan mengalami oksidasi, hasil oksidasi akan memasamkan tanah dan menghasilkan ion-ion Fe^{3+} (besi) dan SO_4^{2-} (sulfat) serta dapat mengakibatkan keracunan besi pada tanaman padi (Simatupang, *et.al.*, 2014; Alwi dan Hairani, 2018; Alwi dan Rina, 2019). Keracunan besi pada tanaman padi sering terjadi apabila pengelolaan lahan atau pengolahan tanah dilakukan tidak tepat atau terlalu dalam sehingga pirit di dalam tanah terangkat/terekspose ke permukaan tanah (Simatupang, *et.al.*, 2014).

Karakteristik tanah lahan rawa pasang surut terutama lahan sulfat masam, umumnya kemasaman tanahnya sangat tinggi (pH-tanah <4,0), kesuburan alami tanahnya sangat rendah menyebabkan produktivitas lahannya juga sangat rendah. Upaya untuk memperbaiki karakter fisika dan kimia tanah dapat dilakukan dengan pemberian bahan amelioran dan pemupukan (Nursyamsi, *et.al.*, 2014). Pemberian bahan amelioran (ameliorasi tanah) adalah tindakan yang ditujukan untuk memperbaiki sifat kimia tanah, terutama untuk meningkatkan pH tanahnya. Meningkatnya pH tanah maka unsur-unsur hara yang ada di dalam tanah dapat tersedia bagi tanaman. Pemupukan diartikan sebagai penambahan atau pemberian unsur hara ke dalam tanah agar dapat memperbaiki sifat-sifat tanah sehingga dapat menyokong pertumbuhan tanaman. Pemupukan pada budi daya padi di lahan rawa dilakukan dengan menggunakan DSS (*Decision Support System*) atau menggunakan metoda PATRA yang saat ini sudah dikembangkan untuk menetapkan dosis pupuk N, P, dan K (Fahmi, *et.al.*, 2015; Khairullah, *et.al.*, 2021).

2. Aspek Biologi

Permasalahan yang terjadi dilihat dari aspek biologi tanah, adalah persaingan antara tanaman dengan gulma, dan hal ini menjadi faktor pembatas pada budi daya padi. Gulma di lahan rawa sangat adaptif, tumbuhnya sangat cepat dan subur meskipun tanahnya sangat masam. Gulma purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dan bulu babi (*Eleocharis retroflaxa*) merupakan spesies gulma yang dominan di lahan sulfat masam tumbuhnya sangat cepat dan subur. Pada kondisi tertentu tanaman padi akan kalah bersaing dengan kedua jenis gulma tersebut sehingga pertumbuhannya tertekan ditandai dengan jumlah anakan yang sangat sedikit dan hasil padi yang diperoleh menjadi rendah (Simatupang, *et.al.*, 2015). Selain gulma, hama, dan penyakit tanaman utama perlu mendapat perhatian terutama hama tikus apabila menyerang tanaman padi tidak ada yang tersisa sehingga tidak panen. Oleh karena itu, pengendalian hama dan penyakit utama memerlukan strategi yang tepat supaya kehilangan hasil akibat serangan hama dan penyakit dapat dikendalikan (Thamrin, *et.al.*, 2014).

3. Aspek Sosial Ekonomi

Ada beberapa permasalahan yang menjadi faktor pembatas dalam sistem usaha tani padi di lahan rawa pasang surut dilihat dari aspek sosial

ekonomi (Noorginayuwati dan Rina, 2003; Darsani dan Mayasari, 2021). Permasalahan yang dimaksud, antara lain: (1) sulit dan terbatasnya tenaga kerja, tenaga kerja keluarga yang tersedia hanya 2-3 orang kerja/hari; (2) pemilikan modal petani yang lemah; (3) kelembagaan desa masih belum berfungsi secara efektif, efisien, dan optimal; (4) semakin menurunnya minat para pemuda bekerja di bidang pertanian, lebih tertarik ke sektor yang lain (sektor riil); dan (5) dukungan infrastruktur untuk pembangunan pertanian di lahan rawa pasang surut masih belum memadai, meskipun ada, tetapi belum merata.

Upaya memaksimalkan pemanfaatan lahan rawa pasang surut dalam pembangunan pertanian mendukung peningkatan produksi dan tercapainya swasembada pangan yang berkelanjutan serta menjadi lumbung pangan dunia, masalah aspek sosial ekonomi memegang peranan penting (Darsani dan Mayasari, 2021). Secara teknis (inovasi teknologi) sudah tersedia dan siap untuk pengembangan pertanian, namun dari aspek sosial ekonomi masih belum tertata dan belum siap, sehingga diperlukan pembenahan. Aspek kelembagaan desa merupakan hal yang penting dan perlu diperhatikan, oleh karena itu perlu pembinaan kelembagaan supaya perannya menjadi lebih nyata dan memberikan dampak positif terhadap pembangunan pertanian (Masganti, *et.al.*, 2019; Darsani dan Mayasari, 2021).

Memperhatikan kendala dan faktor pembatas produksi yang sudah dijelaskan di atas pemanfaatan lahan rawa pasang surut akan sangat sulit, tetapi sesungguhnya tidak demikian karena inovasi teknologi sudah tersedia. Berbagai inovasi teknologi hasil penelitian telah ditemukan untuk mengatasi sebagian dari kendala dan faktor pembatas, baik dilihat dari aspek fisika dan kimia tanahnya, aspek biologinya dan aspek sosial ekonominya. Kesemua inovasi teknologi budi daya tanaman pertanian yang sudah tersedia tersebut siap untuk diimplementasikan mendukung pembangunan pertanian di lahan rawa pasang surut. Berhasilnya pembangunan pertanian di lahan rawa pasang surut, mengisyaratkan bahwa lahan-lahan subur pemasok pangan yang semakin menyempit luasnya dapat digantikan dengan lahan rawa pasang surut.

D. Perspektif Peningkatan Produktivitas dan Produksi Tanaman Pangan

1. Potensi Luas

Menyempitnya lahan pertanian subur pemasok pangan terutama di Pulau Jawa menjadi permasalahan yang sangat krusial di sektor pertanian. Pembangunan di luar sektor pertanian memang tidak dapat dihentikan disebabkan sudah menjadi keharusan seperti pembangunan sarana dan prasarana transportasi (infrastruktur) maupun perumahan untuk keperluan masyarakat maupun bangunan perkantoran meskipun harus mengorbankan lahan-lahan pertanian produktif atau persawahan. Konsekuensi dari semuanya itu adalah berkurangnya luas lahan pertanian yang berakibat terhadap produksi pangan juga menjadi berkurang.

Indonesia memiliki berbagai tipologi lahan, di antaranya lahan tegalan/kering, lahan sawah tadah hujan, lahan sawah irigasi (teknis dan semi teknis) dan lahan rawa. Lahan rawa masih dapat dipilah menjadi dua, yaitu lahan rawa pasang surut dan lahan rawa lebak yang cukup prospektif untuk pembangunan pertanian. Akhir-akhir ini lahan rawa menjadi perhatian semua pihak karena potensinya. Selain itu, memang hanya lahan rawa yang mempunyai peluang untuk pengganti lahan pertanian yang sudah terkonversi.

Selama ini tumpuan mendapatkan pangan untuk memenuhi kebutuhan beras nasional cenderung diarahkan kepada lahan dengan tipologi lahan kering untuk padi gogo, lahan sawah tadah hujan dan lahan sawah irigasi untuk padi sawah. Namun, adanya alih fungsi lahan yang terus berlangsung setiap tahunnya, lahan sawah tadah hujan dan lahan sawah irigasi luasnya sudah berkurang (semakin menyempit), dan di lain pihak karena tindakan intensifikasi yang dilakukan terus-menerus menyebabkan hasil padi yang diperoleh rendah disebabkan karena telah terjadi pelandaian produktivitas lahan (*levelling off*). Kondisi seperti ini, untuk jangka panjang sudah perlu menjadi perhatian oleh semua pihak agar penyediaan pangan nasional tidak terganggu, melainkan tetap tersedia secara berkelanjutan. Berkaitan dengan permasalahan tersebut, maka lahan rawa pasang surut menjadi sangat penting dan menjadi sasaran pembangunan pertanian terutama untuk perluasan areal melalui kegiatan pencetakan sawah baru.

Lahan rawa pasang surut merupakan salah satu tipologi lahan sawah yang sangat potensial dan berpeluang dikembangkan untuk menggantikan lahan-lahan sawah yang sudah beralih fungsinya ke sektor non-pertanian. Berdasarkan informasi dari BBSLDP (2020), luas lahan rawa pasang surut dan lahan rawa lebak di Indonesia mencapai 32,64 juta hektare. Lahan rawa yang luasnya mencapai jutaan hektare dijumpai pada tiga buah pulau besar, yaitu Pulau Sumatra, Kalimantan, dan Papua (Tabel 28). Sementara itu, lahan rawa yang luasnya ratusan hektare dijumpai di Pulau Sulawesi, Jawa, dan Maluku (BBSLDP, 2020).

Tabel 28. Perkiraan Luas Rawa Pasang Surut dan Rawa Lebak di Indonesia

Pulau	Pasang Surut		Lebak		Total
	Mineral	Gambut	Mineral	Gambut	
Sumatra	3.526.546	962.911	1.989.734	4.887.650	11.366.841
Kalimantan	3.045.938	467.813	2.671.843	4.075.549	10.261.143
Papua	2.605.128	360.486	4.426.373	2.651.325	10.043.313
Sulawesi	370.563	1.044	153.059	23.739	548.405
Maluku	143.183	-	24.582	-	167.765
Jawa	195.375	-	60.403	-	255.778
Indonesia	9.886.734	1.792.255	9.325.995	11.638.263	32.643.246

Sumber: BBSLDP (2020)

Berdasarkan potensi luas lahannya, pengembangan lahan rawa pasang surut sangat prospektif, perspektif, dan peluangnya cukup besar. Pengembangan lahan rawa pasang surut untuk pembangunan pertanian pangan memang dihadapkan dengan banyak kendala (*constraints*) dan faktor pembatas (*limiting factors*) produksi, baik itu dilihat dari aspek fisika dan kimia tanahnya, aspek biologi tanahnya maupun aspek sosial ekonominya yang cukup kompleks (Noorginayuwati dan Rina, 2003; Nursyamsi, *et.al.*, 2014; Subagyo, 2006; Simatupang, *et.al.*, 2015). Meskipun demikian, pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk pembangunan pertanian memerlukan inovasi teknologi sebagai solusi untuk mengatasi kendala dan faktor pembatas produksi sudah tersedia dan siap untuk diimplementasikan pada sistem usaha tani dalam skala luas.

Secara politis, kemauan pemerintah untuk memanfaatkan lahan rawa pasang surut untuk pembangunan pertanian sudah dilakukan dan sudah dibuktikan. Di antaranya adalah (a) kegiatan pelaksanaan acara Hari Pangan Sedunia pada tahun 2018 dilaksanakan di lahan rawa

pasang surut di Desa Jejangkit, Kecamatan Jejangkit, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan; (b) program #SERASI (Selamatkan Rawa dan Sejahterakan Rakyat) tahun 2019 merupakan model pengembangan termasuk kelembagaan petani yang didesain menjadi program terpadu yang terdiri dari beberapa komponen teknologi, disebut Panca Kelola Pertanian; dan (b) pengembangan *Food Estate* di Kalimantan Tengah dan Sumatra Selatan untuk mengantisipasi krisis pangan yang sudah diperingatkan FAO (*Food Agriculture Organization*) sebagai akibat pandemi Covid-19 yang berkepanjangan (Noor dan Maftu'ah, 2020; Sulaeman dan Simatupang, 2020). Optimalisasi pemanfaatan lahan rawa untuk pembangunan pertanian merupakan program dan langkah strategis Kementerian Pertanian untuk penyediaan pangan nasional yang berkelanjutan dan mewujudkan cita-cita Indonesia menjadi lumbung pangan dunia tahun 2045 (Kementan, 2017).

3. Inovasi Teknologi

Lahan rawa pasang surut tidak saja tanaman padi yang dapat dibudidayakan, jenis komoditas lain juga dapat ditanam yakni tanaman palawija seperti jagung, kedelai, ubi kayu, dan lainnya serta tanaman hortikultura kelompok sayur-sayuran dan buah-buahan seperti jeruk dan rambutan. Artinya, pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk pertanian cukup luas tidak hanya untuk satu jenis komoditas yang dibudidayakan, tetapi cukup beragam.

Berdasarkan perilaku airnya, lahan rawa pasang surut dibedakan dengan empat tipe luapan lahan, yaitu (a) lahan tipe luapan A; (b) lahan tipe luapan B; (c) lahan tipe luapan C; dan (d) lahan tipe luapan D. Karakteristik keempat jenis lahan sesuai dengan tipe luapannya cukup berbeda dan berbeda pula pendekatannya untuk kegiatan budi daya tanaman. Selain tipe luapan air, lahan rawa pasang surut juga masih dibedakan berdasarkan tipologi lahan, yaitu lahan potensial, lahan sulfat masam, lahan salin dan gambut/bergambut. Perbedaan lahan berdasarkan tipe luapan dan tipologi lahan berpengaruh terhadap jenis tanaman utama dan teknologi budi dayanya juga berbeda.

Karakteristik lahan berdasarkan tipe luapan dan kesesuaiannya untuk jenis tanaman dapat dijelaskan sebagai berikut.

- a. Lahan tipe luapan A adalah lahan yang sepanjang tahun digenangi oleh air dan diluapi oleh pasang surutnya air laut secara langsung

dan pada kawasan lahan ini tidak ditemukan lahan kering. Komoditas pertanian yang dominan dibudidayakan pada lahan ini adalah tanaman padi.

- b. Lahan tipe luapan B adalah lahan yang sebagian besar tergenang akibat pasang surutnya air laut dan terluapi saat pasang besar (*spring tide*), tetapi tidak terluapi saat pasang kecil/ganda (*neap tide*) terutama pada musim kemarau. Komoditas pertanian yang cocok dikembangkan pada lahan ini adalah tanaman padi, palawija juga dapat ditanam pada musim kemarau dan sistem surjan cocok diterapkan pada lahan ini.
- c. Lahan tipe luapan C adalah lahan yang tidak digenangi oleh pasang surutnya air secara langsung, tetapi lahan tergenang pada musim hujan terutama disebabkan meningkatnya permukaan air. Lahan tipe luapan C disebut juga sebagai lahan kering/tegalan di kawasan lahan rawa pasang surut. Pada lahan tipe luapan C, tanaman padi maupun tanaman palawija dapat dibudidayakan.
- d. Lahan tipe luapan D adalah lahan yang sama sekali tidak dipengaruhi oleh pasang surutnya air secara langsung, termasuk sebagai lahan tegalan/kering dan sumber airnya diperoleh dari curah hujan. Pada lahan tipe luapan D jenis tanaman yang cocok adalah tanaman palawija dan tanaman tahunan (tanaman keras).

Berbagai inovasi teknologi yang sudah tersedia dapat diterapkan dan dikembangkan untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan rawa pasang surut dan untuk meningkatkan produktivitas dan produksi tanaman, antara lain sebagai berikut.

- a. Pengelolaan lahan: inovasi teknologi pengelolaan lahan bertujuan untuk meningkatkan produktivitas lahan, hal ini dapat dilakukan melalui pemberian bahan amelioran dan pemupukan. Beberapa bahan amelioran yang telah teruji dan dapat digunakan untuk memperbaiki sifat kimia tanah pasang surut. Pemberian bahan amelioran dan pemupukan yang efektif serta efisien menggunakan DSS (*Decision Support System*) dengan menggunakan aplikasi PATRA (Fahmi, *et.al.*, 2015; Khairullah, *et.al.*, 2021).
- b. Pengelolaan air: salah satu kunci suksesnya pemanfaatan lahan rawa pasang surut adalah teknologi pengelolaan airnya. Teknologi pengelolaan air sudah dikembangkan, yaitu pengelolaan air sistem

satu arah (*one ways-flow system*) pada lahan tipe luapan B dan sistem tabat bertingkat (SISTAK) pada tipe luapan C.

- c. Penataan dan penyiapan lahan: bertujuan untuk memaksimalkan pemanfaatan lahan dan upaya diversifikasi usaha tani melalui penerapan teknologi penataan lahan dengan sistem surjan. Penyiapan lahan melalui penerapan sistem olah tanah, di antaranya olah tanah konservasi melalui teknologi tanpa olah tanah (TOT) menggunakan herbisida untuk mengefisienkan tenaga kerja, dan sistem olah tanah sempurna bersyarat (OTSB) untuk menciptakan lumpur dan memperbaiki struktur tanah, mengendalikan keracunan besi pada tanaman padi dan untuk meningkatkan hasil padi (Simatupang, *et.al.*, 2014).
- d. Pengendalian dan pengelolaan gulma: inovasi teknologi untuk pengendalian dan pengelolaan gulma sudah teruji dan efektif untuk diterapkan pada pertanaman padi di sawah pasang surut (Simatupang, *et.al.*, 2015). Pemasangan pagar plastik dan bubu cukup efektif untuk mengendalikan tikus.
- e. Aspek sosial ekonomi: diperoleh metoda pembinaan petani yang tepat dan efektif serta metoda pembinaan kelembagaan desa, kelembagaan agribisnis dan kelembagaan P3A sebagai pengetahuan petani (Darsani dan Alwi, 2020; Darsani dan Mayasari, 2021).

E. Penutup

Lahan rawa pasang surut di Indonesia sangat prospektif dan memiliki peluang yang sangat besar untuk mendukung pembangunan pertanian karena potensinya cukup luas, yakni sekitar 11,68 juta hektare yang terbagi atas tanah mineral dan tanah gambut. Pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk pembangunan pertanian dapat menggantikan lahan-lahan subur yang sudah banyak beralih fungsi. Dengan demikian, lahan rawa sangat prospektif di masa datang sebagai penyedia pangan nasional dan untuk mewujudkan cita-cita Indonesia menjadi lumbung pangan dunia pada tahun 2045.

Inovasi teknologi untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan rawa pasang surut sudah ada dan siap diimplementasikan untuk mendukung pembangunan pertanian secara luas. Kendala dan faktor pembatas produksi yang ditemukan di lahan rawa pasang surut dapat diatasi

dengan tersedianya inovasi teknologi. Dengan demikian, optimalisasi pemanfaatan dapat dilakukan secara luas mendukung penyediaan pangan nasional secara berkelanjutan dan mewujudkan cita-cita Indonesia menjadi lumbung pangan dunia tahun 2045.

Daftar Pustaka

- Alwi, M. & A. Hairani. 2018. "Keracunan Al dan Fe pada Tanaman Padi di Lahan Rawa Pasang Sulfat Masam dan Upaya Penanggulangannya. Hl. 13-35. Dalam Masganti, R Smith Simatupang, M. Alwi, M. Noor, Mukhlis, E. Maftu'ah, H. Sosiawan dan M.A. Susanti (Eds.) Inovasi Teknologi Lahan Rawa Mendukung Kedaulatan Pangan. Rajawali Pers, PT RajaGrafindo Persada, Depok.
- Alwi, M. & Y. Rina. 2019. "Pelindian Tanah Sulfat Masam dan Perana Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) serta Bulu Babi (*E. retroflaxa*) untuk Memperbaiki Kuliatas Air Lindian". Dalam Masganti, M. Noor, R. Smith Simatupang, M. Alwi, Mukhlis, E. Maftu'ah, M.A. Susanti, M. Sleh, H. Sosiawan, & Muhammad (Eds.). *Sumber Daya Lahan Rawa Dukungan Teknologi Menuju Lumbungan Pangan Dunia 2045*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Balitbangtan. 2014. "Buku Pedoman Pengelolaan Lahan Sulfat Masam Untuk Pertanian Berkelanjutan". Nursyamsi, D. S. Raihan, M. Noor, K. Anwar, M. Alwi, E. Maftuah, I. Khairullah, I. Ar-Riza, R. Smith Simatupang, Noorginayuwati, & Y. Rina (Eds.). Jakarta: Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. IAARD Press.
- BBSDLP. 2020. "Peta Lahan Rawa Indonosia Skala 1:50.000". Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP). Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Danu, Mahesa. 2013. "Bung Karno: Soal Pangan adalah Soal Hidup Matinya Bangsa". *Bung Karnoismme Headlines*. Diakses dari <https://www.berdikarionline.com/bung-karno-soal-pangan-adalah-soal-hidup-matinya-bangsa/> (diakses pada 20 Januari 2022).
- Darsani, Y. R. & M. Alwi. 2020. "Rekayasa Kelembagaan Petani Untuk Pengembangan Usahatani Padi di Lahan Rawa Pasang Surut". Dalam Masganti, M. Noor, R. Smith Simatupang, M. Alwi, Mukhlis, E. Maftu'ah, & Y. Sulaeman. (Eds.) *Inovasi Pengelolaan Lahan Rawa Menuju Pertanian Maju, Mandiri dan Modern*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.

- Darsani, Y.R. & V. Mayasari. 2021. "Sistem Usaha Tani". Dalam Masganti, R., Smith Simatupang, M. Noor, Mukhlis, E. Maftu'ah, M. Alwi, & A. Hasbianto (Eds.). *Bagian Buku: Pertanian Rawa Pasang Surut Sulfat Masam*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Fahmi, A., E. Ramadhani, & M. Alwi. 2015. "Decision Support System Pemupukan Padi Lahan Rawa Pasang Surut". Dalam Rejekiningrum, P., C. Tafakresnanto, E. Suryani, I. Khairullah, A. Wihardjaka, Ladiyani, R.W., & 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.
- Fahmi, A dan A. Hairani. 2021. "Karakteristik Tanah". Dalam Masganti, R. Smith Simatupang, M. Noor, Mukhlis, E. Maftu'ah, M. Alwi, & A. Hasbianto (Eds.). *Pertanian Rawa Pasang Surut Sulfat Masam*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Hidayat, A. 2009. "Sumberdaya Lahan Indonesia: Potensi, Permasalahan, dan Strategi Pemanfaatan". *Jurnal Sumberdaya Lahan*, Vol. 3, No. 2, Desember, 107-117. Diakses dari <https://media.neliti.com/media/133835-ID-none9.PDF>. (diakses pada 21 Januari 2022).
- Kementan. 2017. *Sukses Swasembada; Indonesia Menjadi Lumbung Pangan Dunia 2045*. Jakarta: Publik Indonesia.
- Khairullah, I., R. S. Simatupang, & E.B.E Pangaribuan. 2021. "Pemupukan dan Ameliorasi Tanaman Padi di Lahan Rawa Berdasarkan Patra". Dalam Masganti, R. Smith Simatupang, M. Alwi, I. Khairullah, Y. Sulaeman, & A. Hasbianto (Eds.). *Pemupukan dan Ameliorasi Tanaman Padi di Lahan Rawa*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa BBSDLP, Balitbangtan, Kementerian Pertanian.
- Masganti, H. Sosiawan, E. Maftu'ah, & Mamat HS. 2019. "Katalisasi Lahan Rawa Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045". Dalam Masganti, M. Noor, R. Smith Simatupang, M. Alwi, Mukhlis, E. Maftu'ah, M. Saleh, H. Sosiawan, & Muhammad (Eds.). *Sumberdaya Lahan Rawa: Dukungan Teknologi Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.

- Mulyani, A., D. Kuncoro, D. Nursyamsi, & E. Agus. 2016. "Analisis Konversi Lahan Sawah: Penggunaan Data Spasial Resolusi Tinggi Memperlihatkan Laju Konversi yang Mengkhawatirkan". *Jurnal Tanah dan Iklim*, Vol. 40, No. 2, hlm. 121–133. Diakses dari <https://media.neliti.com/media/publications/1...PDF> (diakses pada 21 Januari 2022).
- Noorginayuwati & Yanti Rina. 2003. "Aspek Sosial Ekonomi Petani di Lahan Sulfat Masam". Dalam Ar-Riza, et.al. (Eds.). *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian di Lahan Pasang Surut*. Kuala Kapuas: Puslitbang Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- Noor, M. & Mukhlis. 2019. "Perspektif Lahan Rawa Sebagai Lumbung Pangan Dunia". Dalam Masganti, M. Noor, R. Smith Simatupang, M. Alwi, Mukhlis, E. Maftuah, M.A. Susanti, M. Saleh, H. Sosiawan, & Muhammad. *Sumberdaya Lahan Rawa Dukung Teknologi Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Noor, M. & E. Maftuah. 2020. "Program Serasi Sebagai Jalan Menuju Lumbung Pangan Dunia Tahun 2045". Dalam Masganti, M. Noor, R. Smith Simatupang, M. Alwi, Mukhlis, E. Maftuah, & H. Sosiawan. *Optimasi Lahan Rawa Akselerasi Menuju Lumbung Pangan Dunia 2045*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Nursyamsi, D., S. Raihan, M. Noor, K. Anwar, M. Alwi, E. Maftuah, I. Khairullah, I. Ar-Riza, R. S. Simatupang, Noorginayuwati, & Y. Rina. 2014. *Buku Pedoman Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. IAARD Press.
- Pewarta. 2012. "Pangan Rakyat Soal Hidup atau Mati (Petikan Pidato Bung Karno Tahun 1952)". *Pewarta Bogor*. Diakses dari <https://megapolitan.Antarane.ws.com/berita/1425/pangan-rakyat-soal-hidup-atau-mati-petikan-pidato-bung-karno-tahun-1952> (diakses pada 20 Januari 2022).
- Purwanto, N. P. 2018. "Ketersediaan Pasokan dan Distribusi Beras Nasional". *Info Singkat Bidang Ekonomi dan Kebijakan Publik*. Kajian Singkat Terhadap Isu Aktual dan Strategis. Bidang Ekonomi dan Kebijakan Publik. Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI. Vol. X, No. 18/II/Puslit/September/2018. Diakses dari https://berkas.dpr.go.id/files/info_singkat (diakses pada 25 Februari 2022).

- Rina, Y. D. & H. Subagio. 2016. *Usahatani di Lahan Rawa. Analisis Ekonomi dan Aplikasinya*. Bogor: IAARD Press.
- Simatupang, R. S., Nurita, & D. Nazemi. 2014. "Inovasi Teknologi Penataan dan Penyiapan Lahan Rawa Pasang Surut". Dalam Nuryamsi, D., M. Noor, I. Khairullah, E. Husen, H. Subagio, S. Sabiham, F. Agus, & I. Las (Eds.). *Teknologi Inovasi Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional*. IAARD PRESS. Badan Litbangtan, Kementerian Pertanian.
- Simatupang, R. S., H. Subagio, L. Indrayati, & Nurita. 2015. *Gulma Pasang Surut: Keragaman, Dominasi, Pengendalian, Pengelolaan dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. IAARD PRESS. Gadjah Mada University Press.
- Simatupang, R. S., M.A. Susanti, & Nurita. 2017. "Budidaya Tanaman Pangan di Lahan Rawa Pasang Surut". Dalam Masganti, M. Noor, M. Alwi, H. Subgio, R. Smith Simatupang, E. Mftu'ah, A. Fahmi, M.A. Susanti, M. Thamrin, & H. Sosiawan. *Agroekologi Rawa*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Sulaeman, Y. & R. Smith Simatupang. 2020. "Perspektif Lahan Rawa Pasang Surut Menuju Pertanian Maju, Mandiri dan Modern". Dalam Masganti, M. Noor, R. Smith Simatupang, M. Alwi, Mukhlis, E. Maftu'ah, & Y. Sulaeman. *Inovasi Pengelolaan Lahan Rawa Menuju Pertanian Maju, Mandiri dan Modern*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Subagyo, H. 2006. "Lahan Rawa Pasang Surut". Dalam Suriadikarta, D. A., Undang, K., Mamat H.S., W. Hartatik, & A. Setyorini. (Eds.). *Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian.
- Thamrin, M., S. Asikin, & D. Nazemi. 2014. "Inovasi Teknologi Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman Padi di Lahan Rawa Pasang Surut". Dalam Nuryamsi, D., M. Noor, I. Khairullah, E. Husen, H. Subagio, S. Sabiham, F. Agus, & I. Las (Eds.). *Teknologi Inovasi Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional*. IAARD Press. Badan Litbangtan, Kementerian Pertanian.

PENGELOLAAN HARA DAN TANAMAN

DI LAHAN RAWA PASANG SURUT

Lahan rawa pasang surut menjadi salah satu andalan dalam pembangunan pertanian di Indonesia. Ada beberapa pertimbangan yang menyebabkan lahan ini menjadi tumpuan pembangunan pertanian, khususnya budidaya padi, yaitu: (1) dari segi luas tercatat 8,92 juta hektar lahan rawa pasang surut yang sebagian berpotensi untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian untuk mengimbangi laju penciptaan lahan; (2) alih fungsi lahan relatif rendah, bahkan tidak ada; (3) pola produksi padi bersifat komplementer; dan (4) tersedia teknologi produksi yang sudah teruji di lapangan.

Pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut menghadapi kendala terkait dengan sifat kimia, fisik, dan biologi tanah. Tanah di lahan rawa pasang surut dilaporkan mempunyai kesuburan yang rendah, tercermin dari kemasaman yang tinggi, ketersediaan hara utama seperti N, P, K, dan Ca yang rendah, keracunan besi dan Al serta salinitas. Keadaan tersebut juga tidak didukung oleh sifat fisik yang baik seperti bulk density, tingkat dekomposisi gambut, dan laju subsidensi. Lahan rawa pasang surut juga dilaporkan mempunyai keterbatasan dengan jenis dan populasi mikroorganisme yang mendukung pertumbuhan tanaman. Hal lain yang menjadi pembatas pengembangan pertanian adalah kondisi sosial ekonomi petani. Keadaan tersebut menyebabkan produktivitas tanaman menjadi rendah sehingga kontribusi lahan rawa pasang surut terhadap penyediaan bahan pangan nasional, masih tergolong rendah. Peningkatan peran lahan rawa pasang surut dalam penyediaan bahan pangan nasional harus dilakukan secara terintegrasi antar faktor penentu keberhasilan pembangunan pertanian.

Ketersediaan teknologi menjadi harapan utama untuk dapat meningkatkan produktivitas tanaman pertanian di lahan rawa pasang surut. Buku ini memuat 11 bab yang secara umum membahas tentang pengelolaan hara dan tanaman untuk meningkatkan produktivitas pertanian di lahan rawa pasang surut. Aspek hara yang dibahas meliputi sifat-sifat tanah di lahan rawa pasang surut, dan teknologi pengelolaan meliputi pemupukan dan ameliorasi. Secara umum, buku ini membahas tentang komoditas pertanian, dan secara khusus membahas komoditas padi, ubi kayu, dan talas sebagai bahan pangan.



Rajagrafindo Persada

PT RAJAGRAFINDO PERSADA

Jl. Raya Leuwisungung No. 112
Kec. Leuwisungung, Kec. Tapos, Kota Depok 16456
Telp. 021-84811102
Email: rajapers@rajagrafindo.co.id
www.rajagrafindo.co.id

RAJAWALI PERS
DIVISI BUKU PERGURUAN TINGGI

