

BAB IV

TEKNOLOGI INOVASI PERTANIAN LAHAN SULFAT MASAM

Berdasarkan potensi dan permasalahan yang dikemukakan sebelumnya, pengembangan pertanian di lahan sulfat masam perlu memperhatikan karakteristik tanah, iklim, hidrologi, dan sosial ekonomi petani wilayah pengembangan. Berikut dikemukakan serangkaian teknologi inovasi dalam pengelolaan lahan sulfat masam untuk (1) tanaman pangan dan hortikultura; (2) perkebunan; (3) peternakan dan perikanan; (4) adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

4.1 TEKNOLOGI INOVASI UNTUK TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA

4.1.1 Pengelolaan Air

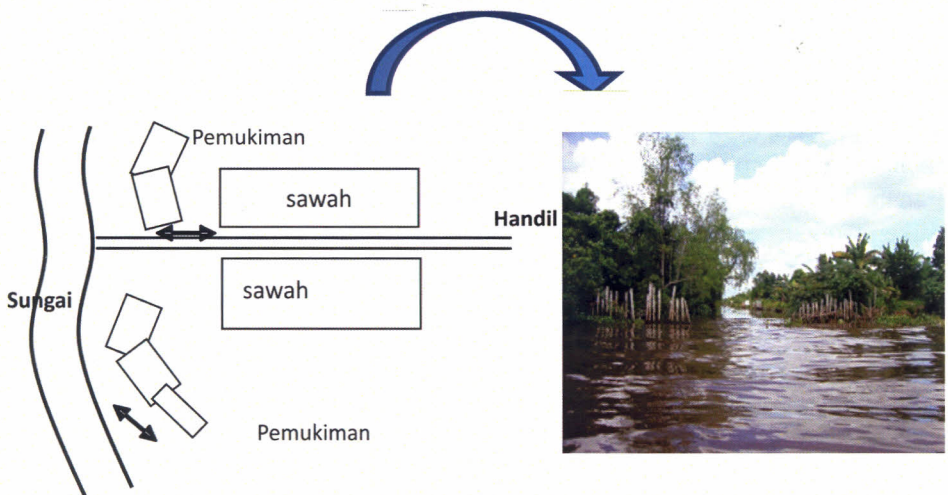
Pengelolaan air yang dimaksudkan di sini adalah pada skala mikro yang disebut juga dengan tata air mikro (TAM). Pengelolaan air mikro (TAM) bertujuan untuk (1) menyediakan air sesuai kebutuhan tanaman, (2) menyimpan atau konservasi air pada saat kemarau dan membuang kelebihan air saat pasang besar dan musim hujan, (3) mencuci unsur atau senyawa racun dan memperkaya unsur hara bagi tanaman, dan (4) mencegah degradasi lahan akibat kekeringan dan/atau kebakaran lahan.

Sistem pengelolaan air untuk tanaman pangan di lahan sulfat masam dibedakan antara lain: (1) sistem handil, (2) sistem tata air satu arah, (3) sistem tabat, (4) sistem tata air satu arah dan tabat konservasi (SISTAK), dan (5) sistem drainase dangkal. Berikut ini dibahas lebih rinci masing-masing sistem pengelolaan air tersebut.

a. Sistem Handil

Sistem handil merupakan sistem tradisional petani rawa, berupa saluran kecil yang digali secara gotong royong dari tepi sungai menjorok masuk ke lokasi usahatani sepanjang 2–3 km, lebar 2–3 m, dan dalam saluran 0,5–1,0 m (Idak, 1982).

Sistem ini disebut sistem pengelolaan air dua arah, yaitu pengaturan air masuk (irigasi) dan keluar (drainase) dari dan ke areal usahatani melalui saluran yang sama sehingga pergantian air hanya terjadi pada daerah muara yang dekat dengan sungai/sekunder (Gambar 5). Umumnya, praktik ini diterapkan petani di tingkat tersier dan kuartier pada lahan pasang surut tipe luapan B. Sistem ini mempunyai beberapa kelemahan di antaranya tingkat pencucian dan penyegaran dari air pasang kurang efektif.

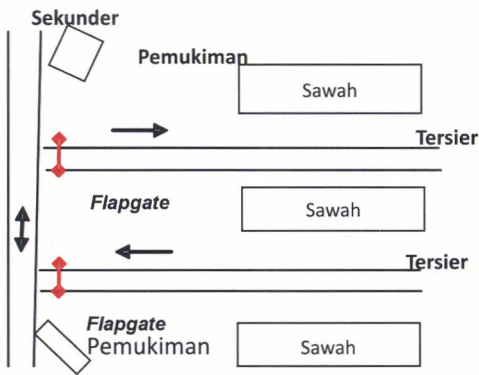


Gambar 5. Sistem handil di lahan sulfat masam Kalimantan

b. Sistem Tata Air Satu Arah

Sistem tata air aliran satu arah (*one way flow system*) adalah model pengaturan air, di mana air masuk (irigasi) dan keluar (drainase) melalui saluran yang berbeda sehingga secara berkala terjadi pergantian air mengikuti siklus satu arah. Sistem pengelolaan air satu arah ini memerlukan bangunan pintu air (*flapgate* dan *stoplog*) pada muara saluran. Pintu air pada saluran irigasi dirancang membuka ke dalam saat pasang dan menutup saat surut, sedangkan pada saluran drainase dirancang sebaliknya.

Penerapan sistem ini cocok untuk rawa pasang surut tipe luapan A dan B, selain pada tingkat tersier juga penerapannya perlu didukung pada tingkat sekunder (Gambar 6). Sistem satu arah ini dimaksudkan untuk menciptakan terjadinya sirkulasi air dalam satu arah, baik air permukaan maupun air bawah tanah, karena adanya perbedaan tinggi muka air dari saluran tersier irigasi dan drainase.



Gambar 6. Skema sistem tata air satu arah dan model pintu air (*flapgate*)

c. Sistem Tabat

Pada lahan tipe luapan C atau D, terjadi drainase harian yang intensif sehingga pada saat kemarau atau menjelang kemarau muka air tanah (*ground water level*) dapat turun mencapai >1 m sehingga tanaman mengalami cekaman kekurangan air. Upaya mempertahankan tinggi muka air tanah perlu dibuat dam/tabat pada masing-masing muara saluran sekunder atau tersier. Tinggi tabat bervariasi tergantung kebutuhan, misalnya untuk palawija/sayuran <30 cm dan hortikultura/perkebunan <60 cm di bawah permukaan tanah. Sistem tabat ini diarahkan atau cocok untuk lahan rawa pasang surut tipe C atau D.



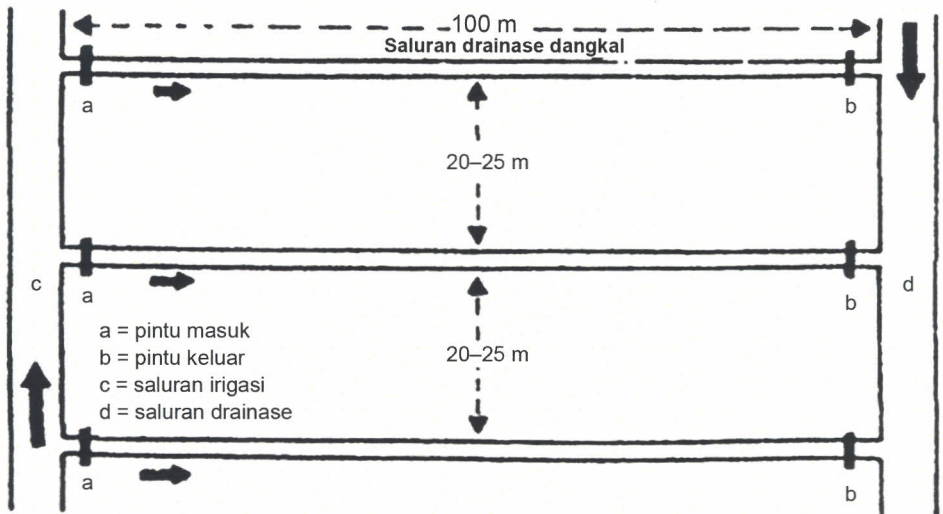
Gambar 7. Model tabat dari kayu dan beton

d. Sistem Tata Air Satu Arah dan Tabat Konservasi (SISTAK)

Pada tipe luapan B yang tidak terluapi air pasang pada musim kemarau diperlukan kombinasi antara sistem tata air satu arah dengan tabat konservasi (SISTAK), sedangkan pada tipe luapan B yang terluapi air pasang di musim kemarau cukup diterapkan tata air satu arah.

e. Sistem Drainase Dangkal

Sistem ini diterapkan pada lahan tipe luapan C untuk palawija dan sayuran. Saluran tersier dan kuarter diatur sedemikian rupa agar hanya berfungsi sebagai saluran drainase terutama pada musim hujan. Pada areal pertanian dibuat saluran-saluran drainase dangkal yang akan berfungsi sebagai saluran pembuang. Sistem ini perlu didukung dengan tabat konservasi untuk mempertahankan tinggi muka air sesuai kebutuhan tanaman (Gambar 8).



Gambar 8. Skim tata saluran pada sistem drainase dangkal di lahan sulfat masam

4.1.2 Penataan Lahan dan Komoditas

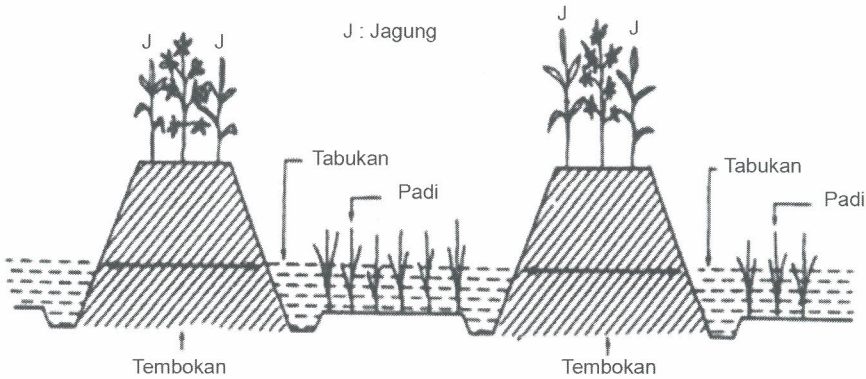
Lahan sulfat masam pada awalnya direkomendasikan untuk budi daya padi sawah sebagaimana dilakukan oleh petani lokal. Introduksi pemanfaatan rawa untuk tanaman lahan kering (palawija dan sayur) yang dibawa transmigrasi dari Jawa maka diperlukan penataan lahan. Penataan lahan di lahan sulfat masam terdiri dari tiga sistem, yaitu (1) sawah, (2) tukang, dan (3) surjan, di mana penerapannya ditentukan oleh kedalaman pirit dan tipe luapan.

Lahan sulfat masam yang memiliki kedalaman pirit <50 cm pada tipe luapan A, B, dan C diarahkan untuk sistem sawah dan tukang. Lahan ini tidak direkomendasikan untuk surjan karena mempunyai risiko terjadinya oksidasi pirit. Sementara lahan yang memiliki kedalaman pirit >50 cm pada tipe luapan B dan C dapat dikembangkan sebagai surjan.

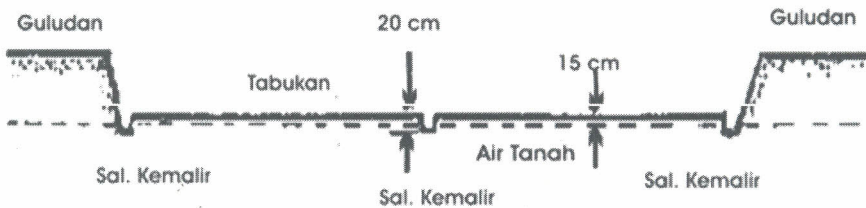
Sistem surjan memiliki beberapa keuntungan, antara lain: (1) meningkatkan intensitas penggunaan lahan, (2) menambah keragaman komoditas yang diusahakan, (3) menekan risiko kegagalan panen, dan (4) meningkatkan pendapatan (Balittra,

2011). Menurut Antarlina *et al.* (2005), pada lahan surjan terjadi penurunan kadar Fe dari bulan pertama sampai kelima, sedangkan sulfat meningkat pada bulan pertama dan kedua dan menurun setelah bulan ketiga.

Penataan komoditas adalah usaha penataan tanaman untuk mencapai hasil maksimal dengan cara memilih, menata, dan mengelola komoditas berdasarkan kesesuaian lahan dan kebutuhan pasar. Dalam hal ini penataan komoditas tanaman bersifat spesifik lokasi, karena tidak semua komoditas bisa berkembang optimal di lahan sulfat masam. Pola tanam yang sudah dikembangkan di antaranya pola tanam padi sekali setahun, sawit dupa (padi lokal-padi unggul/IP180), dan duwit dupa (padi unggul-padi unggul). Pada bagian gulu dan sistem surjan dapat dikembangkan berbagai macam tanaman seperti palawija (jagung, kacang-kacangan), sayuran (sawi, bayam), dan hortikultura (jeruk, rambutan).



Gambar 9. Model sawah surjan pada lahan sulfat masam



Gambar 10. Bentuk dan penampang melintang saluran kemalir

4.1.3 Penyiapan Lahan

Umumnya petani lokal dalam penyiapan lahan untuk budi daya padi menggunakan sistem *tajak-puntal-balik-ampar* (tapulikampar) yang merupakan

kearifan lokal masyarakat tani Kalimantan. Percepatan tanam dan pola intensifikasi dua kali tanam setahun (IP 200) memerlukan waktu tanam yang tepat dan penyiapan lahan yang cepat. Pada lahan sulfat masam dalam budi daya padi sawah sudah dikenalkan penyiapan lahan yang inovatif, yakni (1) tanpa olah tanah (TOT) menggunakan herbisida, (2) olah tanah minimum (OTM) dengan rotari, dan (3) sistem olah tanah sempurna bersyarat (OTSB).

Olah tanah dan olah tanah minimum dilakukan pada sawah yang intensif, sedangkan olah tanah sempurna pada lahan yang padat dan permukaan bergelombang. Persyaratan yang diperlukan pada OTSB adalah: (a) pada waktu mengolah tanah lahan sawah harus dalam keadaan berair, (b) kedalaman olah tidak lebih dari 20 cm atau kedalaman ideal sekitar 12–15 cm, (c) mempertahankan air di sawah jangan sampai kering, dan (d) dilakukan pencucian lahan setelah selesai pengolahan tanah.

Penyiapan lahan untuk tanaman palawija di lahan sulfat masam dapat dilaksanakan dengan sistem olah konservasi yang dilakukan dengan cara olah tanah minimum (OTM) maupun tanpa olah tanah (TOT).

Penanaman hortikultura di lahan sulfat masam diusahakan pada tipe luapan C dan D, sedangkan pada tipe luapan B di atas surjan. Penyiapan lahan dimulai dari pembuatan saluran kemalir dengan jarak antarkemalir 9 m, lebar 25–30 cm, dan dalam 20–25 cm. Pengolahan tanah dilaksanakan dengan sistem olah konservasi yang dilakukan dengan cara olah tanah minimum (OTM) maupun tanpa olah tanah (TOT), menggunakan herbisida sistemik atau kontak.

4.1.4 Ameliorasi dan Remediasi

Ameliorasi lahan merupakan upaya memberikan bahan amelioran untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga kondisi tanah menjadi lebih sesuai (*favorable*) bagi tanaman. Petani di lahan sulfat masam menggunakan beberapa bahan amelioran, antara lain bahan organik, pupuk organik, kompos, gypsum, fosfat alam, biochar, dan kapur. Selain pupuk kandang, petani bisa menggunakan jerami padi dan gulma *in situ* dengan teknologi tapulikampar. Kegiatan ini merupakan proses pengomposan secara alami pada kondisi anaerobik yang dapat mengurangi kehilangan nitrogen dan mengkhelat unsur Fe dan Al.

Remediasi adalah kegiatan pemulihan tanah yang sudah mengalami degradasi baik fisik, kimia maupun biologi. Proses ini dapat meningkatkan pH, retensi air dan hara, aktivitas biota tanah dan mengurangi keracunan dan pencemaran. Remediasi dapat dilakukan dengan (1) remediasi hayati (*bioremediation*) menggunakan mikroorganisme; (2) remediasi kimia (*chemo remediation*) menggunakan kapur, zeolit, arang aktif, biochar, dan resin; dan (3) remediasi secara fisik (*physic remediation*) dengan cara pengenceran dan pencucian.

4.1.5 Pemupukan

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

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

Rasio kadar gula dan kadar asam dari buah jeruk umumnya dijadikan standar kualitas buah jeruk untuk menunjukkan tingkat kemanisan dari buah jeruk tersebut. Terlihat bahwa kandungan Ca dan Mg pada tanah berkorelasi positif terhadap tingkat kemanisan buah jeruk sedangkan kandungan Al dan SO_4 berkorelasi negatif dengan tingkat kemanisan buah jeruk. Tanah di lahan sulfat masam tipe luapan A mempunyai kandungan Al dan SO_4 yang lebih rendah dibanding dengan tanah di lahan sulfat masam tipe luapan B–C, dengan demikian lahan sulfat masam tipe A menghasilkan buah jeruk yang lebih manis dari lahan sulfat masam tipe luapan B–C (Antarlina *et al.*, 2005).

4.1.6 Pemilihan Varietas

Salah satu teknologi inovatif untuk meningkatkan produktivitas tanaman pangan dan hortikultura adalah penanaman varietas unggul baru yang adaptif, potensi hasil tinggi, dan umur genjah. Varietas padi unggul baru spesifik lahan sulfat masam, antara lain Margasari, Martapura, Inpara-1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Inpara-2, Inpara-3, dan Inpara-4 berumur 115–135 hari, toleran terhadap genangan, keracunan Fe, dan kemasaman tanah dengan hasil 3,5–5,0 t/ha, sedangkan Inpara-1 dan Inpara-5 agak toleran terhadap cekaman tersebut (Koesrini dan Nursyamsi, 2012).

Beberapa varietas unggul jagung yang adaptif di lahan sulfat masam, antara lain Sukmaraga dan Padmaraga dengan hasil 4,0–5,5 t pipilan kering/ha. Umumnya varietas unggul jagung yang adaptif di lahan kering masam juga bisa dikembangkan di lahan sulfat masam seperti Arjuna, Bisma, Bayu, Semar, dan

Bisi2 dengan hasil 3,9–4,5 t pipilan kering/ha. Jagung manis varietas Baruna, Super sweet corn, Kumala F1, Madu, dan Sweet boy juga adaptif di lahan sulfat masam (William *et al.*, 2010). Varietas unggul baru kedelai yang adaptif di lahan sulfat masam antara lain Lawit, Menyapa, Anjasmoro, Seulawah, Grobogan, dan Argomulyo dengan hasil 1,6–2,8 t biji/ha. Kacang hijau yang toleran pada lahan sulfat masam adalah varietas Murai, Betet, dan Vima-1 dengan hasil 1,7–2,8 t/ha (Koesrini dan William, 2009). Kacang tanah varietas Jerapah dengan hasil 3,7 t/ha (Balitkabi, 2011).

Beberapa tanaman hortikultura (tomat, cabai, terung, buncis, kubis, melon, semangka, rambutan, dan jeruk siam) adaptif dan mempunyai potensi untuk dikembangkan di lahan sulfat masam. Beberapa varietas tomat yang adaptif antara lain varietas Permata, Mirah, Berlian, Opal, dan Sakina dengan hasil berturut-turut 29,8; 28,5; 24,4; 20,4; 15,0 t/ha (Khairullah *et al.*, 2003). Cabai besar varietas Tanjung I (7,5 t/ha), cabe rawit varietas Bara (2,2 t/ha) dan Hot Pepper (2,4 t/ha), terung varietas Mustang (4,3 t/ha) dan Egg Plant (5,3 t/ha), buncis varietas Lebat (8,7 t/ha), dan kubis varietas KK Cross (18,9 t/ha). Melon varietas Action 434 dengan hasil 23,8 t/ha (Saleh dan Raihan, 2011). Rambutan yang berkembang di lahan sulfat masam varietas Garuda, Manalagi, Si Batok menurut petani dengan hasil rata-rata 8.000–8.500 buah per pohon. Jeruk siam dengan hasil 664 buah/pohon/tahun (Antarlina *et al.*, 2005).

4.1.7 Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman

Organisme pengganggu tanaman (OPT) yang terdiri dari gulma, hama, dan penyakit merupakan masalah utama yang sering menyerang tanaman pangan dan hortikultura di lahan sulfat masam. Organisme tersebut apabila tidak dikendalikan dengan benar dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil tanaman.

a. Gulma

Gulma dapat menurunkan hasil padi hingga 50% karena persaingan terhadap penyerapan hara dan air serta sinar matahari. Batas kritis penutupan gulma 25–30%, apabila penutupan tersebut di atas batas kritis maka diperlu pengendalian. Pengendalian dapat menggunakan herbisida kontak maupun sistemik yang efektivitasnya tergantung pada jenis gulma sasaran, dosis herbisida, cara, dan waktu aplikasi.

b. Hama dan Penyakit Tanaman

Pengendalian hama dan penyakit perlu dilakukan secara terpadu (PHT) melalui cara sebagai berikut: (1) menanam varietas toleran atau tahan terhadap serangan hama/penyakit, (2) mengendalikan gulma yang menjadi inang hama dan penyakit, (3) melakukan pergiliran tanaman untuk memutus siklus hama,

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

4.1.8 Mekanisasi Pertanian

Pemilikan lahan di lahan sulfat masam umumnya minimal 2,25 hektar per kepala keluarga, padahal ketersediaan tenaga kerja keluarga hanya mampu mengusahakan lahan secara intensif seluas 0,7 hektar. Oleh karena itu, diperlukan teknologi inovatif mekanisasi pertanian yang dapat menghemat tenaga kerja seperti dalam kegiatan penyiapan lahan, pengolahan tanah, tanam, panen, dan *processing* hasil.

Kebutuhan tenaga kerja untuk penyiapan lahan secara manual sebesar 33,5 hari orang kerja (HOK)/ha, sedangkan secara mekanik 8 HOK/ha. Kegiatan tanam secara manual/tradisional sebesar 29 HOK/ha, sedangkan secara mekanik 3 HOK/ha. Kegiatan panen secara manual membutuhkan tenaga kerja 21 HOK/ha, sedangkan secara mekanik 9 HOK/ha serta untuk kegiatan perontokan secara manual memerlukan tenaga kerja 17 HOK/ha, sedangkan secara mekanik 4 HOK/ha (Balittra, 2013). Berdasarkan data di atas, tampak bahwa dengan cara mekanik dapat menghemat tenaga kerja dan mampu mendukung pengembangan pertanian di lahan sulfat masam secara intensif.

4.1.9 Kelembagaan Petani

Kelembagaan agribisnis yang perlu dikembangkan adalah kelompok tani mandiri, P3A, koperasi, penyedia sarana produksi, pemasaran hasil, jasa pelayanan alsintan dan perbengkelan, serta kelembagaan keuangan pedesaan. Sistem pemasaran yang efisien memerlukan: (1) bantuan modal (dalam bentuk pinjaman) yang cukup untuk memperbesar volume usahanya, (2) pemasaran secara kelompok untuk meningkatkan daya tawar petani, dan (3) pengolahan hasil untuk meningkatnya nilai tambah. Kinerja penyuluh juga dapat ditingkatkan melalui antara lain: (1) kunjungan penyuluh ke kelompok tani secara terjadwal dan kontinu, (2) peningkatan ilmu pengetahuan dan teknologi inovasi lahan sulfat masam, (3) pembuatan demplot oleh penyuluh, (4) dukungan kelengkapan sarana dan prasarana yang mencukupi, (5) penambahan jumlah penyuluh sesuai luas wilayah binaan, dan (6) peningkatan kesejahteraan penyuluh.

4.2 INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN PERKEBUNAN (KELAPA SAWIT DAN KARET)

Perkebunan saat ini menjadi salah satu sumber devisa dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dalam mendukung peningkatan kesejahteraan petani. Tanaman kelapa sawit dan karet mempunyai daya adaptasi yang cukup baik pada lahan yang masam, tetapi kurang toleran terhadap genangan. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil yang optimal perlu pengelolaan lahan dan tanaman yang tepat.

4.2.1 Pengelolaan Air dan Sistem Drainase

Prinsip pengelolaan air pada perkebunan adalah untuk menciptakan kondisi air agar sistem perakaran tanaman tidak tergenang dan kebutuhan air terpenuhi serta aspek lingkungan terjaga. Untuk menciptakan kondisi tersebut diperlukan sistem drainase dan irigasi yang terkendali dengan membuat saluran-saluran drainase yang dilengkapi pintu-pintu tabat terkendali. Untuk tanaman perkebunan diperlukan ketinggian muka air tanah agak dalam dibandingkan tanaman pangan, antara lain pada tahun pertama sampai ketiga muka air tanah perlu dipertahankan sekitar 40–50 cm, selanjutnya tahun keempat dan seterusnya dipertahankan sekitar 60 cm, sedangkan tinggi muka air di saluran kuarter pada tahun pertama sampai ketiga antara 50–60 cm, selanjutnya pada tahun keempat sekitar 70 cm pada lahan sulfat masam yang piritnya dalam. Pada lahan sulfat masam yang mempunyai lapisan pirit dangkal, muka air tanah dan saluran kuarter dipertahankan sekitar 50 cm. Kerapatan saluran drainase pada petakan di lahan sulfat masam 2 :1 artinya dua jalur tanaman satu saluran drainase.

Salah satu komponen penting dalam pembangunan jaringan drainase di lahan sulfat masam untuk perkebunan adalah pintu air yang berfungsi untuk mengatur tinggi muka air tanah (*water table*).

Prinsip pengelolaan air di lahan perkebunan harus memperhatikan pelestarian lahan dan pemenuhan kebutuhan air optimum bagi tanaman yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_i \text{ (air diterima)} = \text{air untuk memenuhi kebutuhan tanaman} + \text{air hilang akibat penguapan (evapotranspirasi)} + \text{perkolasi} + \text{air tersimpan dalam tanah} + \text{air yang harus dikeluarkan (didrainase)}.$$

Selisih antara air yang diterima dengan air yang hilang merupakan jumlah air yang harus dibuang melalui saluran drainase. Hal ini dijadikan acuan dalam pembuatan jaringan drainase menyangkut arah, kerapatan, dan dimensi saluran serta tata letak pintu air yang didasarkan pada kondisi topografi lahan.

4.2.2 Ameliorasi dan Pemupukan

Ameliorasi lahan bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga produktivitas lahan meningkat. Bahan amelioran yang bisa digunakan, antara lain bahan organik *in situ* (daun, pelepah, dan janjang kosong) dan kapur.

Unsur hara yang penting untuk kelapa sawit yaitu pupuk makro (N, P, K, Ca, Mg) dan pupuk mikro terutama Boron. Dosis pupuk yang digunakan disesuaikan dengan umur tanaman dan waktu pemupukan sebaiknya dilaksanakan pada awal musim hujan (September–Oktober) untuk pemupukan yang pertama dan pada akhir musim hujan (Maret–April) untuk pemupukan yang kedua.

4.2.3 Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman

Pengendalian gulma pada perkebunan kelapa sawit yang belum menghasilkan (TBM) terutama pada daerah piringan karena bisa menghambat pertumbuhan akibat persaingan hara dan air. Hama utama yang menyerang kelapa sawit adalah ulat pemakan daun (ulat api, ulat kantong, ulat bulu, tungau), perusak buah (tikus), penggerek pucuk (kumbang), dan tandan buah (*Tirathaba mundella* dan *Tirathaba rufivena*). Penyakit utama pada kelapa sawit adalah busuk tandan buah (*Marasmius palmivorus*), busuk pangkal batang dan busuk kering pangkal batang.

Hama utama yang menyerang ranting dan daun tanaman karet umur di bawah 6 tahun adalah kutu (*Lacciper greeni* dan *Planococcus citri*). Penyakit utama yang menyerang daun muda penyakit embun tepung (*Oidium heveae*), penyakit daun (*Colletotrichum gloeosporioides*). Selain itu, penyakit kanker garis (*Phytophthora palmivora* Butl), jamur upas (*Cortisium salmonicolor*), penyakit bidang sadapan (*Ceratocystis fimbriata*), penyakit akar putih (*Fomes lignosus*) juga dapat menyebabkan penurunan produktivitas tanaman. Serangan tersebut sering terjadi pada musim hujan karena kondisi lingkungan kebun lembap menstimulasi berkembangnya penyakit. Hama dan penyakit yang menyerang tanaman perkebunan di lahan sulfat masam cukup tinggi, untuk itu pencegahan dan penanggulangan serangan hama dan penyakit secara umum dilakukan: (1) menjaga kebersihan lingkungan, (2) menggunakan varietas yang tahan atau toleran terhadap hama dan penyakit penting, (3) melakukan pemupukan segera apabila ada gejala kahat hara, (4) melakukan pemangkasan tanaman secara disiplin sehingga udara di pertanaman tidak terlalu lembap di musim hujan, (5) mencabut, membongkar, dan membakar tanaman yang terserang penyakit menular. Pencegahan penularan penyakit dilakukan dengan cara menyemprotkan fungisida.

4.3 PETERNAKAN DAN PERIKANAN

Komoditas ternak yang berpotensi dikembangkan di lahan sulfat masam terutama ayam dan sapi. Ayam pada umumnya masih dibudidayakan secara

tradisional dengan jenis ayam buras yang hanya untuk mencukupi kebutuhan keluarga (paceklik). Untuk meningkatkan produktivitas perlu dilakukan perbaikan budi daya meliputi: a) pemberian pakan dari bahan lokal seperti jagung, dedak, gabah, dan konsentrat, b) perbaikan sistem perkandangan, c) pemisahan induk, dan d) pemberian vaksin terutama ND untuk penyakit tetelo. Ternak sapi yang adaptif di lahan sulfat masam adalah sapi Bali (*Bos sondaicus*), sebagai penghasil daging dan pupuk kandang.

Pada ekosistem rawa sulfat masam, berbagai jenis ikan khas rawa atau ikan sungai dapat dipelihara dan dibudidayakan dalam bentuk tambak atau kolam pembesaran. Ikan rawa dan sungai (ikan putih) yang mempunyai nilai ekonomis tinggi antara lain bandeng, nila, sepat siam, jelawat, patin dan tawes. Budi daya ikan tersebut dapat diperbaiki dengan pemberian pakan tambahan dan pemagaran kolam dengan plastik untuk menghindari hilangnya ikan. Kualitas air dalam kolam pembesaran dapat diperbaiki dengan cara pengeringan dan pembasahan secara berkala serta pengapuran sebelum bibit dimasukkan ke dalam kolam.

Kedua komoditas (ternak dan ikan) di atas dapat dibudidayakan secara polikultur, yaitu dengan sistem longyam (ayam dikandangan di atas kolam ikan) dan SITT (Sistem Integrasi Tanaman dan Ternak) misalnya padi-sapi atau kelapa sawit-sapi.

4.4 ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Adaptasi terhadap perubahan iklim adalah kemampuan suatu sistem untuk menyesuaikan diri dengan cara mengurangi kerusakan yang ditimbulkan, mengambil manfaat atau mengatasi perubahan dengan segala akibatnya. Program adaptasi lebih difokuskan pada aplikasi teknologi adaptif, terutama pada tanaman pangan, seperti penyesuaian pola tanam dan penggunaan varietas unggul adaptif, umur genjah, serta penganeekaragaman pertanian, teknologi pengelolaan lahan, pupuk, air, diversifikasi pangan, dan lain-lain. Oleh karena itu, untuk menangani dampak perubahan iklim di sektor pertanian, Kementerian Pertanian membuat strategi Antisipasi, Mitigasi dan Adaptasi (AMA) perubahan iklim. Strategi antisipasi dan adaptasi terkait dengan teknologi kalender tanam (Katam), teknologi benih, pengelolaan air dan iklim, serta kearifan lokal.

4.4.1 Peta Kalender Tanam (Katam)

Peta kalender tanam (Katam) adalah peta yang menggambarkan potensi pola dan waktu tanam untuk tanaman pangan, terutama padi, berdasarkan potensi dan dinamika sumber daya iklim dan air. Selain itu, peta ini dilengkapi dengan informasi rekomendasi pemupukan, varietas, dan daerah rentan terhadap hama dan penyakit serta potensi rawan banjir dan kekeringan. Katam dapat menjadi sumber

informasi yang operasional dalam menghadapi perubahan iklim pada tiga kondisi iklim, yaitu tahun basah, normal, dan kering.

Katam digunakan untuk: (1) menentukan waktu tanam baik musim hujan maupun kemarau berdasarkan kondisi iklim (La-Nina, Normal, El-Nino); (2) menentukan pola tanam secara spasial dan tabular pada skala kecamatan; (3) menentukan rotasi tanaman pada setiap kecamatan berdasarkan potensi sumber daya iklim dan air; (4) mendukung perencanaan tanam, khusus tanaman pangan; dan (5) mengurangi kerugian petani akibat buruk dari pergeseran musim.

4.4.2 Teknologi Perbenihan

Dalam upaya mengembangkan varietas unggul toleran cekaman perubahan iklim (kekeringan, genangan/banjir, salinitasi), dan berumur genjah, Badan Litbang Pertanian telah melepas beberapa varietas padi dengan keunggulan spesifik. Varietas unggul padi yang toleran keracunan besi dan pH rendah (Margasari, Martapura, Inpara-1, dan Inpara-2), toleran genangan (Inpara-3, Inpara-4, dan Inpara-5), toleran salinitas (Way Apu Buru dan Lambur), berumur genjah (Inpari-11), dan toleran kekeringan (*Dodokan* dan *Silugonggo*). Varietas jagung yang toleran kekeringan (Bima-3, Bantimurung, Lamura, Sukmaraga, dan Anoma), kedelai (Argomulyo dan Burangrang), kacang tanah (Singa dan Jerapah), dan kacang hijau (Kutilang).

4.4.3 Teknologi Pengelolaan Air dan Iklim

Kementerian Pertanian telah mencanangkan program pengembangan teknologi pengelolaan air dan iklim untuk meningkatkan potensi dan pemanfaatan sumber daya air. Beberapa teknologi pengelolaan air dan iklim di antaranya adalah: (1) teknologi panen hujan (*water harvesting*), (2) teknologi irigasi, (3) teknologi prediksi iklim, dan (4) teknologi penentuan waktu dan pola tanam. Sedangkan di lahan pasang surut sulfat masam, dikenal teknologi pengelolaan air SISTAK (Sistem Tata Air Satu Arah dikombinasikan dengan Sistem Tabat Konservasi). Teknologi penentuan waktu tanam dan pola tanam bertujuan untuk menekan risiko kegagalan panen dan meningkatkan efisiensi penggunaan air di lahan sulfat masam.

4.4.4 Kearifan Lokal

Kearifan lokal merupakan pengetahuan lokal yang sudah demikian menyatu dengan sistem kepercayaan, norma, dan budaya serta diekspresikan di dalam tradisi dan mitos yang dianut dalam waktu yang cukup lama. Pengetahuan lokal ternyata bisa menjadi salah satu solusi mengatasi dampak perubahan iklim di sektor pertanian terutama dalam mengatasi krisis pangan di tingkat komunitas. Kearifan

lokal yang diajarkan turun-temurun telah menuntun masyarakat tradisional mampu bertahan menghadapi perubahan iklim.

4.4.5 Teknologi Adaptif Lainnya

Pengembangan program adaptasi juga perlu dipahami oleh pelaku usaha pertanian termasuk pihak swasta atau BUMN, agar dapat membuat perencanaan atau mengantisipasi usaha pertanian yang sesuai. Beberapa program adaptasi perubahan iklim yang dapat dikembangkan antara lain:

1. Pengembangan tanaman padi, palawija, sayuran, jeruk, dan tanaman buah lainnya di lahan sulfat masam melalui sistem surjan dan teknologi *indigenous* petani, tanaman jeruk dapat berproduksi sampai 30 tahun.
2. Pengembangan *food estate*, yaitu konsep pertanian tanaman pangan secara terintegrasi pertanian, peternakan, dan perkebunan pada suatu kawasan lahan yang sangat luas melalui pembukaan lahan baru.
3. Pengembangan pertanian presisi (*precision farming*), yaitu usaha pertanian dengan pendekatan teknologi melalui perlakuan khusus (*precise treatment*) terhadap rantai agribisnis.

4.5 MITIGASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Mitigasi adalah upaya memperlambat laju pemanasan global serta perubahan iklim melalui penurunan emisi dan peningkatan penyerapan GRK. Program ini lebih difokuskan pada aplikasi teknologi rendah emisi dan kapasitas absorpsi karbon tinggi. **Teknologi mitigasi** guna mengurangi emisi GRK sektor pertanian yang telah dikembangkan antara lain: (1) penyiapan lahan tanpa bakar terutama untuk tanaman kelapa sawit dan karet, maupun tanaman pangan dan hortikultura, (2) penerapan varietas padi yang rendah emisi GRK, (3) penggunaan limbah untuk bioenergi dan kompos, (4) pemanfaatan pupuk organik dan biopestisida, (5) pengembangan areal kelapa sawit dan karet di lahan terdegradasi, dan (6) penerapan teknologi Sistem Integrasi Tanaman dan Ternak (SITT).