

EVALUASI KINERJA PEMBANGUNAN PERTANIAN DALAM PERSPEKTIF EKOREGION RAWA PASANG SURUT

IGM. Subiksa

PENDAHULUAN

Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki tingkat kerawanan stabilitas penyediaan pangan yang cukup tinggi karena lahan pertanian tersedia perkapita tergolong kecil dibandingkan dengan negara agraris lainnya. Luas areal lahan pertanian tergolong sangat kecil yaitu 8.132 juta ha lahan sawah dan 17,21 juta ha lahan kering berupa tegalan/kebun/ladang. Dengan jumlah penduduk 253,6 juta jiwa, maka penguasaan lahan pertanian per kapita penduduk Indonesia hanya 320 m² (lahan sawah) atau 999 m² (lahan sawah dan lahan kering). Presiden pertama Soekarno pada tahun 1952 pernah mengingatkan kepada generasi penerus bangsa bahwa masalah pangan harus diurus dengan baik kalau bangsa ini tidak ingin celaka dimasa yang akan datang. Sementara itu, pemimpin India Indira Gandhi juga menyatakan bahwa suatu bangsa tidak akan memiliki kebanggaan apapun kalau tidak bisa mencukupi pangan bagi penduduknya. Oleh karenanya, ekstensifikasi lahan pertanian, khususnya lahan sawah menjadi prioritas pembangunan jangka pendek agar penyediaan pangan di masa mendatang tidak terganggu.

Sebagai negara yang sedang berkembang, pembangunan segala sektor membutuhkan lahan yang semakin luas. Hal ini memicu konversi lahan pertanian menjadi non pertanian semakin cepat. Dalam 2 dekade terakhir, laju konversi lahan pertanian, khususnya lahan sawah sekitar 40 – 60 ribu ha per tahun. Kalau tidak diupayakan penambahan lahan sawah melalui ekstensifikasi, maka kerawanan penyediaan pangan semakin meningkat. Mengingat lahan yang masih tersedia tergolong marginal, maka diperlukan lahan sawah baru 2 kali luas lahan sawah terkonversi di Jawa (sekitar 80 – 120 ribu ha) untuk menjaga tingkat produksi pangan pada tahun tersebut. Hasil analisis sumber daya lahan menunjukkan untuk mendukung ketahanan pangan sampai pada tahun 2030 diperlukan tambahan areal sawah sekitar 2,97 juta hektar (Wahyunto *et al.*, 2011). Lahan rawa adalah salah satu pilihan karena sumber daya lahan ini potensinya cukup luas dan reklamasinya relatif lebih murah. Lahan rawa sejak tahun 1969 menjadi sasaran ekstensifikasi pertanian secara progresif untuk meningkatkan lahan perkapita nasional.

Dalam perspektif ekoregion, lahan rawa merupakan suatu kawasan wilayah dataran yang selalu tergenang sepanjang tahun, atau selama waktu yang panjang dalam setahun selalu jenuh air (*saturated*) atau tergenang (*waterlogged*) air dangkal. Lahan rawa pada umumnya merupakan dataran banjir yang posisinya dalam *landscape* adalah peralihan antara ekosistem daratan dan ekosistem perairan (danau, sungai atau laut) di daerah cekungan. Ciri utama yang bisa dilihat dari profil tanah adalah adanya lapisan bawah tanah dengan deplesi redox (berwarna kelabu). Lahan rawa merupakan bagian dari ekosistem lahan basah yang memiliki banyak variasi jenis tanah, termasuk diantaranya adalah lahan lebak, lahan pasang surut dan lahan gambut. Dalam kondisi alami, sebelum dibuka untuk lahan pertanian, lahan rawa ditumbuhi berbagai tumbuhan air, baik sejenis rumputan (*reeds, sedges, dan rushes*), vegetasi semak maupun kayu-kayuan/hutan, tanahnya jenuh air atau mempunyai permukaan air tanah dangkal, atau bahkan tergenang dangkal (Subagyo (2007).

Genangan air di lahan rawa berasal dari air hujan yang terjebak dalam cekungan, luapan air sungai yang banjir atau luapan air pasang yang dipengaruhi pasang surut air

laut. Berdasarkan asal genangan, Subagyo (2007) membagi lahan rawa menjadi 3 zone yaitu Zone-1 yang mendapat pengaruh pasang surut air payau/asin, Zone-2 yang mendapat pengaruh pasang surut air tawar dan Zone-3 yang tidak dipengaruhi air pasang surut (dikenal dengan nama rawa lebak). Fisiografi utama dari masing-masing zone adalah marin/fluvio marin dan gambut pada zone-1, marin, gambut, aluvial/fluviatil atau fluvio marin pada zone-2 dan fluviatil dan gambut pada zone-3.

Tulisan ini bertujuan untuk menelaah program pembangunan pertanian di wilayah rawa pasang surut dalam perspektif ekoregion. Sebagaimana diketahui bahwa pembangunan pertanian di lahan rawa pasang surut telah dipacu sejak tahun 1969 melalui program transmigrasi di berbagai daerah. Banyak diantara berhasil berkembang menjadi sumber-sumber pertumbuhan baru. Namun di beberapa daerah ada yang mengalami kegagalan sehingga memunculkan kantong-kantong kemiskinan karena tidak mampu beradaptasi dengan lingkungan rapuh. Keberhasilan dan kegagalan berkaitan erat dengan karakteristik lahan dan perilaku sosial budaya masyarakat.

POTENSI DAN KENDALA PENGEMBANGAN PERTANIAN DI LAHAN PASANG SURUT

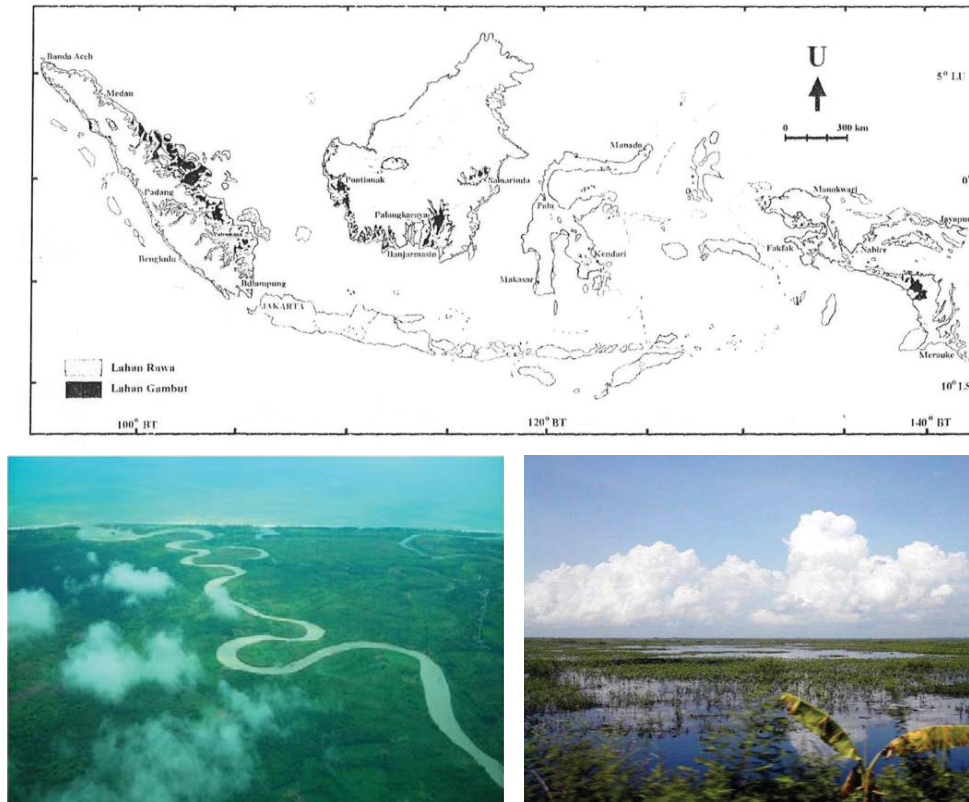
Potensi Lahan

Lahan rawa memiliki potensi besar dan merupakan salah satu pilihan untuk sumber pertumbuhan agribisnis dan mendukung peningkatan ketahanan pangan nasional. Namun untuk keberhasilannya, maka pengembangan lahan harus dilakukan secara terencana melalui penerapan teknologi tepat guna dengan pendekatan holistik, dan partisipatif dengan fokus optimalisasi pemanfaatan dan pelestarian sumber daya alamnya. Oleh karena itu, komitmen, koordinasi dan sinkronisasi serta keterpaduan kerja antar pihak terkait khususnya Dinas Pertanian dan Pekerjaan Umum serta Badan Litbang Pertanian dan petani atau kelompok tani perlu diwujudkan. Sebaiknya mulai dari perencanaan sampai kepada pelaksanaan serta monitoring dan pembinaannya di lapangan.

Sumber daya lahan rawa di Indonesia meliputi areal sekitar 33,41 juta ha yang tersebar di 4 pulau besar yaitu Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua (Nugroho *et al.*, 1991). Dari luasan tersebut, lahan rawa terbagi ke dalam lahan rawa lebak seluas 13,28 juta ha, dan lahan rawa pasang surut 20,13 juta ha. Lahan pasang surut sendiri diklasifikasikan menjadi lima tipologi lahan, yaitu lahan/tanah gambut sekitar 10,90 juta ha, lahan potensial 2,07 juta ha, lahan sulfat masam potensial 4,34 juta ha, sulfat masam aktual 2,37 juta ha, dan lahan salin sekitar 0,44 juta ha. Secara keseluruhan, lahan gambut yang luasnya 14,9 juta ha berada di dalam area lahan lebak dan lahan pasang surut (Ritung *et al.*, 2011).

Di Sumatera, penyebaran lahan rawa secara dominan terdapat di dataran rendah sepanjang pantai timur, terutama di Provinsi Riau, Sumatera Selatan, dan Jambi, serta dijumpai lebih sempit di Provinsi Sumatera Utara, Lampung, Aceh, Sumatera Barat dan Bengkulu. Di Kalimantan, penyebaran lahan rawa yang dominan terdapat di dataran rendah sepanjang pantai Selatan dan Timur Kalimantan, termasuk wilayah Provinsi Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara. Penyebaran rawa lebak yang cukup luas, terdapat di daerah hulu Sungai Kapuas Besar, Kalimantan Barat, bagian utara Kalimantan Selatan serta di sekitar

Danau Semayang dan Melintang, di Daerah Aliran Sungai (DAS) bagian tengah Sungai Mahakam, Kalimantan Timur.



Gambar 1. Peta sebaran lahan rawa di Indonesia (Subagyo, 2002), bentang lahan pasang surut (kiri bawah) dan kondisi lahan lebak (kanan bawah)

Di Sumatera, penyebaran lahan rawa secara dominan terdapat di dataran rendah sepanjang pantai timur, terutama di Provinsi Riau, Sumatera Selatan, dan Jambi, serta dijumpai lebih sempit di Provinsi Sumatera Utara, Lampung, Aceh, Sumatera Barat dan Bengkulu. Di Kalimantan, penyebaran lahan rawa yang dominan terdapat di dataran rendah sepanjang pantai Selatan dan Timur Kalimantan, termasuk wilayah Provinsi Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara. Penyebaran rawa lebak yang cukup luas, terdapat di daerah hulu Sungai Kapuas Besar, Kalimantan Barat, bagian utara Kalimantan Selatan serta di sekitar Danau Semayang dan Melintang, di Daerah Aliran Sungai (DAS) bagian tengah Sungai Mahakam, Kalimantan Timur.

Tabel 1. Potensi Luasan Lahan Rawa Gambut, Pasang Surut dan Lebak di 4 Pulau Besar di Indonesia (Nugroho *et al.*, 1991)

No.	Pulau	Areal (ha)			
		Gambut	Pasang Surut	Lebak	Total
1	Sumatera	4.798.000	1.806.000	2.786.000	9.390.000
2	Kalimantan	4.674.800	3.452.100	3.580.500	11.707.400
3	Papua	1.284.250	2.932.690	6.305.770	10.522.710
4	Sulawesi	145.500	1.039.450	608.500	1.793.450
	<i>Total</i>	<i>10.902.550</i>	<i>9.230.240</i>	<i>13.280.770</i>	<i>33.413.560</i>

Di Papua, penyebaran lahan rawa yang terluas terdapat di dataran rendah sepanjang pantai selatan, termasuk wilayah Kabupaten Fakfak, Asmat, Merauke dan Mapi. Kemudian di daerah Kepala Burung, di sekeliling Teluk Berau-Bintuni, dalam wilayah Kabupaten Manokwari dan Sorong. Selanjutnya di sepanjang dataran pantai utara, memanjang dari sekitar Nabire (Kabupaten Paniai) sampai Sarmi (Kabupaten Jayawijaya). Penyebaran lahan rawa lebak yang cukup luas terdapat di lembah Sungai Mamberamo, yang terletak hampir di bagian tengah pulau. Sementara itu di Sulawesi, penyebaran lahan rawa relatif tidak luas, dan terdapat setempat-setempat di dataran pantai yang sempit.

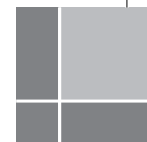
Mengingat di sebagian besar waktu dalam setahun lahan ini selalu basah, maka lahan rawa sangat cocok untuk dikembangkan menjadi lahan sawah. Oleh karenanya di masa mendatang, lahan ini bisa menjadi salah satu pilihan perluasan lahan pertanian walaupun tingkat kesuburannya sebagian besar rendah. Saat ini, sebagian lahan sudah dimanfaatkan, namun sebagian besar masih berupa hutan. Lahan yang sudah dibuka, sebagian besar cukup produktif, namun masih ada sebagian yang menjadi lahan terlantar. Potensi lahan rawa untuk pengembangan lahan sawah ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Potensi Lahan Rawa Untuk Pertanian Padi Sawah (BBSDLP, 2014)

Pulau	Potensi Lahan Sawah (ha)		
	Pasang Surut	Lebak	Gambut
Sumatera	1.655.646	3.620.561	1.575.770
Jawa	896.122	0	0
Bali dan Nusa Tenggara	0	0	0
Sulawesi	9.263	671.611	0
Kalimantan	566.994	2.684.111	17.604
Maluku	11.552	88.785	0
Papua	286.277	1.818.828	1.083.298
Indonesia	3.425.854	8.883.895	2.676.672

Zonasi lahan dalam perspektif ekoregion

UU No. 32/2009 menyatakan Ekoregion adalah wilayah geografis yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, dan fauna asli, serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup. Penetapan wilayah ekoregion dilaksanakan dengan mempertimbangkan kesamaan: a) karakteristik bentang alam; b) daerah aliran sungai; c) iklim; d) flora dan fauna; e) sosial budaya; f) ekonomi; g) kelembagaan masyarakat; dan h) hasil inventarisasi lingkungan hidup. Artinya bahwa regionalisasi kawasan tidak dibatasi oleh batas administrasi, tetapi dibatasi oleh



lingkungan fisik yang berbeda tergantung pada konteks substansinya. Dalam konteks pembangunan pertanian di lahan rawa regime air dan karakteristik tanah adalah pembeda utama dalam satu satuan wilayah ekoregion.

Regionalisasi suatu kawasan berdasarkan konsep ekoregion memainkan peranan yang cukup penting dan strategis karena didalamnya mencakup aspek fisik, aspek ekologi/lingkungan serta aspek sosiologis dan budaya masyarakat setempat (KLH, 2014). Hal ini menjadi sangat penting, agar dalam pemanfaatannya suatu kawasan tidak saja menguntungkan secara ekonomi, tapi juga aman bagi lingkungan dan bisa diterima oleh masyarakat secara keseluruhan. Pemanfaatan lahan untuk pertanian harus mengacu pada daya dukung lahan agar terwujud sistem pertanian berkelanjutan. Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan daya dukung/daya tampung ekologisnya akan mengakibatkan rusaknya suatu kawasan eko-regional termasuk sumber daya lahan air dan lingkungannya.

Ekosistem rawa memiliki variasi sifat fisik, kimia dan biologi yang sangat beragam secara spasial. Oleh karenanya untuk perencanaan penggunaan lahan yang baik, lahan rawa diklasifikasikan berdasarkan ciri fisik morfologi lahan. Klasifikasi lahan adalah salah satu bentuk pewilayahan berdasarkan ekoregion, dimana lahan yang memiliki kesamaan ciri morfologi dikelompokkan menjadi satu satuan lahan yang sama. Sistem klasifikasi yang baku seperti sistem Taxonomy tanah dari USDA atau sistem klasifikasi FAO menjadi referensi utama. Berdasarkan klasifikasi taxonomy USDA, sebagian besar tanah mineral pada ekosistem rawa tergolong Entisols, Histosols dan Inceptisols. Namun dalam beberapa hal tertentu, sistem klasifikasi tersebut tidak memberi gambaran yang cukup tentang potensi dan kendala yang mungkin dihadapi dalam pengelolaan lahan rawa. Dari aspek praktikal, penggunaan sistem klasifikasi seperti Taksonomi Tanah diyakini akan sulit dipahami oleh petani dan penyuluh. Oleh karenanya, Widjaya Adhi *et al.* (1992) mengembangkan sistem klasifikasi yang disebut tipologi lahan yang disusun berdasarkan potensi kendala yang dihadapi yaitu lapisan tanah mengandung pirit, ketebalan gambut atau genangan air.

Zonasi lahan rawa berdasarkan ekoregion, mempertimbangkan faktor-faktor yang berpengaruh dalam pemanfaatan dan pengelolaan lahan rawa antara lain: (a) kedalaman lapisan mengandung pirit/bahan sulfidik, dan kondisinya masih tereduksi atau sudah mengalami proses oksidasi, (b) ketebalan dan tingkat dekomposisi gambut serta kandungan hara gambut, (c) pengaruh luapan pasang dari air salin/payau. Lebih lanjut Widjaya-Adhi (1992), sekitar 1986-1987, mengusulkan penggunaan klasifikasi tipologi lahan pada wilayah rawa pasang surut dengan persyaratan-persyaratan atau kriteria-kriterianya yang telah ditentukan. Secara garis besar lahan rawa dibagi menjadi zone lahan rawa pasang surut dan zone lahan rawa lebak. Di kedua wilayah zone lahan pasang surut masih diklasifikasikan lagi menjadi lahan potensial, sulfat masam, salin dan gambut seperti yang diuraikan Widjaya Adhi *et al.* (1992).



Tabel 3. Perkembangan Tipologi Lahan Pasang Surut dan Padanannya Dalam Taksonomi Tanah 1999

Klasifikasi tipologi lahan, 1987-1995*	Klasifikasi tipologi lahan, 1998-1999**	Klasifikasi tipologi lahan (2004)	Kedalaman pirit/ bahan sulfidik#	Taksonomi tanah (1999;2003)@
Lahan potensial	Lahan potensial-1 (Pot-1)	Aluvial bersulfida sangat dalam (SMP-1)	101-150 cm (bahan sulfidik) pH >4,0	ENTISOLS Typic/Aeric/Sodic Hydraquents; Fluvaquents; Endoaquents
	Lahan potensial-2 (Pot-2)	Aluvial bersulfida dalam (SMP-2)	51-100 cm (bahan sulfidik) pH >4,0	ENTISOLS Sulfic Hydraquents/ Fluvaquents/Endoaquents
Lahan sulfat masam	Sulfat masam potensial (SMP)	Aluvial bersulfida dangkal (SMP-3)	0-50 cm (bahan sulfidik) pH >4,0	ENTISOLS Typic/Haplic/Thapto-Histic Sulfaquents
	Sulfat masam potensial bergambut (SMP-G) (gambut 20-50 cm)	Aluvial Bersulfida dangkal bergambut (histik sulfat masam: HSM)	0-50 cm (bahan sulfidik)	ENTISOLS Histic Sulfaquents
	Sulfat masam aktual-1 (SMA-1)	Aluvial bersulfat-1 (SMA-1)	0-100 cm (pH 3,5-4,0) (bahan sulfidik teroksidasi)	ENTISOLS: Sulfic Hydraquents/ Fluvaquents/ INCEPTISOLS: Sulfic Endoaquents
	Sulfat masam aktual-2 (SMA-2)	Aluvial bersulfat-2 (SMA-2)	50-150 cm (Lapisan tanah 0-50 cm, pH <3,5)	INCEPTISOLS: Typic Sulfaquepts, Hydraquentic Sulfaquepts, Salidic Sulfaquepts
	Lahan salin	Lahan salin (LS)	Lahan agak salin (S-1)	0-150 cm (pH >6,0;ESP 8-15%)
		Lahan salin (S-2)	0-150 cm (pH >6,0;ESP >15%)	ENTISOLS: Typic Hydraquents/Endoaquents

*) Widjaja-Adhi *et al.* (1992) dan PPPLPSR-Swamps II (1993a; 1993b); ** Proyek PSLPSS (1998; 1999); @ Soil Survey Staff (1999; 2003); # Kedalaman pirit/bahan sulfidik dihitung dari permukaan tanah mineral; Ketebalan gambut dihitung dari permukaan tanah gambut.

Dalam perkembangannya sistem klasifikasi tipologi lahan telah beberapa kali mengalami revisi agar memberi gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi tanah dan kendala yang dihadapi. Untuk lahan pasang surut, selama kurun waktu 1987 – 2004, setidaknya dilakukan 3 kali revisi tipologi lahan seperti yang diuraikan pada Tabel 3.

Tipe luapan

Reklamasi lahan rawa pasang surut selalu diawali dengan lahan pembuatan saluran-saluran primer, sekunder, dan tersier, yang dimaksudkan untuk mendrainase atau mengeringkan seluruh kawasan reklamasi agar tahapan pemanfaatan lahan untuk pertanian dapat tercapai. Pada kenyataannya, sesudah selesainya penggalian saluran-saluran tersebut, permukaan air tanah menjadi turun, dan tanah terbebas dari kondisi jenuh air, dan setelah beberapa waktu mencapai kondisi siap pakai sebagai lahan



pertanian. Pada lahan petani, mengikuti kondisi hidrotopografi permukaan lahan, ada bagian-bagian lahan yang selalu terkena genangan setiap kali pasang naik, tetapi ada juga bagian lahan yang tidak pernah terkena genangan pasang. Bagian yang rendah yang selalu tergenang pasang harian, umumnya telah disawahkan.

Berdasarkan hidrotopografi atau tipe luapan air pasang surut, lahan diklasifikasikan menjadi 4 golongan yaitu lahan tipe A, tipe B, tipe C dan tipe D. Lahan tipe A adalah lahan yang terluapi oleh pasang besar maupun kecil. Lahan tipe B adalah lahan yang terluapi air pasang pada saat pasang besar tetapi tidak pada pasang kecil. Lahan tipe C adalah lahan yang tidak terluapi air pasang besar maupun kecil, tetapi berpengaruh pada air tanah dalam kedalaman <50 cm. Sedangkan lahan tipe D adalah lahan yang tidak terluapi air pasang besar maupun kecil, tetapi berpengaruh pada air tanah pada kedalaman > 50 cm.

Kendala Pengembangan

Lahan rawa pasang surut terbentuk dari endapan fluvio-marine (sungai dan laut) dan dicirikan oleh adanya lapisan tanah yang mengandung pirit (FeS_2). Bila dibuat profil tanah bisa dilihat bahwa tanah ini umumnya memiliki lapisan tanah berwarna coklat (brown layer) dan bagian bawahnya berwarna kelabu (grey layer). Lapisan yang berwarna kelabu tersebut adalah tanah yang mengandung pirit (lapisan sulfidik), dimana makin gelap warna kelabunya maka kandungan piritnya makin tinggi. Lapisan tanah disebut lapisan sulfidik bila mengandung > 2% pirit. Lapisan ini akan menjadi penentu tingkat produktivitas lahan pasang surut.

Dalam kondisi alami, lahan rawa lebih sering dalam kondisi jenuh air atau tergenang, sehingga dalam pemanfaatannya harus dilakukan drainase untuk membuang kelebihan air. Konsekuensinya adalah terjadi perubahan dari kondisi tergenang (reduktif) menjadi kondisi kering (oksidatif) yang selanjutnya diikuti perubahan kemasaman tanah, dinamika unsur hara, maupun kelarutan senyawa toksik. Perubahan yang terjadi bisa mengarah pada perbaikan kondisi lingkungan untuk pertumbuhan tanaman, atau sebaliknya menjadi kendala serius yang menghambat pertumbuhan tanaman. Kendala yang muncul tergantung pada tipologi lahan.

Lahan Potensial dan Sulfat Masam

Lahan potensial yang memiliki lapisan pirit dalam, pada umumnya hanya mengalami pemasaman ringan yang dengan cepat pulih dengan pencucian. Dengan demikian drainase pada lahan potensial akan menghasilkan perbaikan kondisi lahan sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Adanya air pasang dan surut akan membawa unsur hara yang bisa menyuburkan tanah dan sebaliknya melarutkan dan mencuci unsur-unsur yang bersifat toksik bagi tanaman.

Lahan sulfat masam yang umumnya memiliki lapisan sulfidik dangkal menghadapi resiko lebih besar bila dilakukan drainase. Lapisan sulfidik yang berwarna kelabu tersebut sangat rentan mengalami oksidasi yang menghasilkan kondisi tanah yang sangat masam (Gambar 2). Menurunnya permukaan air tanah akibat pembuatan saluran drainase primer-sekunder-tercier menyebabkan oksigen masuk ke dalam pori tanah dan akan mengoksidasi pirit membentuk asam sulfat, ion hidrogen dan Fe^{3+} . Apabila oksidasi pirit berlangsung cepat maka akan terbentuk mineral jarosit berupa bercak-bercak karatan berwarna kuning jerami (Dent, 1986).



Kendala utama yang dihadapi adalah kemasaman tanah yang tinggi, kelarutan unsur beracun yang tinggi serta rendahnya kandungan basa-basa dan unsur hara. Kemasaman tanah yang tinggi diakibatkan oleh teroksidasinya lapisan tanah mengandung pirit menghasilkan senyawa sulfat yang sangat masam. Pada kondisi tergenang, kemasaman tanah dapat dikurangi namun disisi lain muncul masalah keracunan besi fero (Fe^{2+}), Mn, dan Hidrogen sulfida. Sedangkan pada kondisi kering, kelarutan Al meningkat sampai tingkat meracuni dan menghambat pertumbuhan akar. Dampak sekunder dari kemasaman tanah dan meningkatnya kelarutan Fe dan Al adalah tercucinya basa-basa, menyebabkan ketersediaan basa-basa yang diperlukan tanaman menjadi sangat rendah. Masalah hara lainnya adalah muncul defisiensi P dan N yang cukup akut. Ketersediaan P menjadi sangat rendah karena jerapan P oleh Fe dan Al. Sementara ketersediaan N menjadi rendah karena terhambatnya proses mineralisasi bahan organik pada kondisi tanah yang sangat masam (Dent, 1986).



Gambar 2. Profil tanah sulfat masam yang memiliki lapisan tanah berpirit (kiri) dan bentang lahan sulfat masa (kanan)

Masalah fisik yang sering dijumpai adalah terhambatnya perkembangan akar tanaman diselubungi oleh deposit besi oksida sehingga proses penyerapan hara dan air terganggu. Pada kondisi seperti ini, pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme tanah terhambat. Jenis tanaman yang dapat tumbuh dan berkembang akan sangat terbatas dengan hasil rendah.

Tanah sulfat masam aktual, karena memiliki reaksi masam ekstrim, dan banyak kandungan ion-ion yang bersifat racun/toksik, sehingga tidak sesuai untuk tanaman pertanian. Tanaman padi yang ditanam di tanah ini tidak menghasilkan gabah yang berarti. Lahan ini banyak ditinggalkan petani transmigran, sehingga menjadi lahan bongkor dan ditutupi semak-semak lebat. Vegetasi alami yang mampu tumbuh adalah yang toleran terhadap kemasaman tinggi, terdapat di Delta pulau Petak biasanya berupa purun (*Lepironia mucronata*), atau purun tikus (*Fimbristylis* sp.), dan gelam (*Melaleuca leucadendron*).

Lahan Gambut

Ekosistem lahan gambut memungkinkan terbentuk di kawasan rawa pasang surut. Lahan gambut memiliki karakteristik yang sangat berbeda dengan tanah mineral, oleh karenanya, secara spasial lahan ini menjadi ekoregion yang terpisah dari kawasan induknya. Tanah gambut yang menempati cekungan/depresi yang luas dan mempunyai ketebalan yang bervariasi. Di bagian pinggir ditempati gambut dangkal dengan ketebalan

0,5-1 m, dan gambut sedang dengan ketebalan 1-2 m, dan seringkali mengandung sisipan-sisipan lapisan tanah mineral. Keduanya biasanya merupakan gambut topogen yang relatif subur (eutrofik) sampai agak subur (mesotropik). Semakin ke bagian tengah depresi, lapisan gambut semakin tebal dan kesuburan bahan gambutnya cenderung makin menurun. Tanah gambut dalam (2-3 m) dan gambut sangat dalam (>3 m) yang terbentuk disebut gambut ombrogen, dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik). Bagian tengah kawasan gambut sering kali permukaan gambut meninggi membentuk semacam kubah (*peat dome*) (Subagyo, 2002).

Kendala utama pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian adalah kemasaman tanah yang tinggi, kejenuhan basa dan ketersediaan hara yang sangat rendah dan asam-asam organik dari golongan fenolat yang beracun bagi pertumbuhan tanaman (Kononova, 1968). Budidaya tanaman di lahan gambut membutuhkan input yang relatif tinggi, baik berupa amelioran maupun pupuk. Uji Tanah untuk N sering menunjukkan status yang cukup tinggi namun N defisiensi N selalu ditemui (Radjagukguk 1992). Unsur P, K, Ca dan Mg selalu mengalami defisiensi sehingga harus ditambahkan melalui pupuk. Tanah gambut juga diketahui kahat unsur mikro karena dikhelat (diikat) oleh bahan organik (Rachim, 1995). Gambut memerlukan amelioran yang cukup untuk menetralsisir asam-asam organik beracun agar pertumbuhan agar tidak terganggu.

Dari sifat fisik tanah, gambut dicirikan oleh kerapatan lindak (bulk density) yang rendah mulai dari 0,1 sampai 0,2 g cm⁻³, dengan kapasitas menahan air yang relatif tinggi (sekitar 100% berdasarkan berat), tetapi berubah menjadi hidrofobik ketika lebih-kering (Diemont dan Pons 1992). Perubahan tersebut dikenal dengan istilah mengering tidak balik (irreversible drying). Karena BD-nya rendah, tanah gambut seringkali tidak mampu menyangga tegak tanaman sehingga tanaman seringkali roboh atau doyong.

Lahan gambut menyimpan cadangan karbon terestrial yang sangat besar. Wahyunto *et al.* (2007) dan Agus (2007), total stock karbon dari seluruh lahan gambut di Indonesia sekitar 37 Gt CO₂e. Dibandingkan dengan lahan mineral, lahan gambut menyimpan 10 kali lebih banyak karbon atas permukaan dan bawah permukaan. Karbon tersebut sangat rentan mengalami emisi akibat proses dekomposisi dan kebakaran. Oleh karenanya, ekosistem gambut dianggap sebagai sumber emisi GRK terbesar dari sektor pertanian.

Lahan Salin

Lahan salin adalah bagian wilayah pasang surut yang dipengaruhi oleh air asin/salin atau air payau secara berkala. Lahan ini dicirikan oleh daya hantar listrik (DHL) > 4 dS/m. Wilayah yang kena pengaruh air laut/salin atau air payau, tanahnya mengandung garam-garam yang tinggi, dikategorikan sebagai tipologi lahan salin, dan tidak sesuai untuk lahan pertanian. Lahan pertanian yang terpapar air bersalinitas tinggi, potensial akan mengalami kegagalan panen karena tanaman tidak mampu menyerap air walaupun lahannya basah. Sebagian besar tanaman akan mengalami gangguan pertumbuhan karena serapan air dan unsur hara terhambat. Produktivitas tanaman di lahan salin akan mengalami penurunan yang signifikan sampai gagal panen.

Lahan salin pada umumnya terdapat di wilayah yang dekat dengan garis pantai, Pulau Delta dan sepanjang sungai besar sejauh dari beberapa ratus meter sampai sekitar 4-6 km ke dalam. Di beberapa tempat lain air payau masuk sampai jauh kedaratan sampai puluhan km pada musim kemarau. Kondisi ini sangat tergantung dari debit air sungai yang mengalir ke laut. Salinitas tanah diukur menggunakan EC-meter yang dicelupkan pada lumpur (campuran tanah: air 1:1). Di lapangan, EC dapat ditaksir dengan cepat secara

tidak langsung menggunakan cara induksi elektromagnetik seperti alat EM38 seperti yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengukuran salinitas tanah dengan EM38 (kiri) dan tanaman padi yang rusak karena salinitas air yang tinggi (kanan)

Alat EM38 mengukur rata-rata nilai EC profil tanah utuh di lapang sampai pada kedalaman kira-kira 1 meter. Hasil pengukuran EM38 meningkat dengan meningkatnya salinitas tanah, kandungan liat, dan kelembaban tanah. Dengan demikian, hasil pengukuran EM38 merupakan angka relatif yang perlu disesuaikan dengan tekstur tanah yang nilainya lebih rendah dari hasil pengukuran EC meter.

Tabel 4. Kisaran EM38 Untuk Berbagai Klas Salinitas dan Tekstur Tanah

Klas tekstur utama untuk 0 – 100 m	Rata-rata nilai EM38 (EMv+EMh)/2 dalam dS/m		
	Tidak salin*	Sedikit salin*	Salin*
Tanah berpasir	<0,4	0,4 – 0,7	>0,7
Tanah berlempung	<0,7	0,7 – 1,1	>1,1
Tanah berliat	<1,0	1,0 – 1,5	>1,5

*"Tidak salin" sebanding dengan rata-rata profil ECe <2 dS/m; "Sedikit salin" sebanding dengan rata-rata profil ECe 2 – 4 dS/m; "Salin" sebanding dengan rata-rata profil ECe >4 dS/m

Infrastruktur

Masalah klasik pengembangan lahan rawa pasang surut adalah infrastruktur pendukung yang buruk seperti jaringan tata air dan jalan. Jaringan tata air yang telah dibangun mengalami pendangkalan dengan cepat dan dipenuhi oleh tanaman air sehingga menghambat laju irigasi dan drainase. Pintu-pintu air yang dipasang untuk mengendalikan air irigasi dan drainase sering kali cepat mengalami kerusakan sehingga tidak berfungsi sebagai mana mestinya.



Gambar 4. Saluran drainase yang penuh rumput (kiri) dan prasarana jalan dan jembatan yang minim (kanan)

Prasarana jalan dan jembatan merupakan salah satu infrastruktur pendukung yang sangat vital dalam pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut. Namun karena kondisi tanah yang liat dan lembek serta banyaknya sungai kecil maupun besar, seringkali hal ini justru menjadi titik lemah dalam pengembangan kawasan rawa pasang surut. Hasil bumi yang dihasilkan dari usahatani dijual dengan harga yang rendah karena terbatasnya alternatif pemasaran. Akibatnya petani produsen tetap menjadi masyarakat yang termarginalkan.

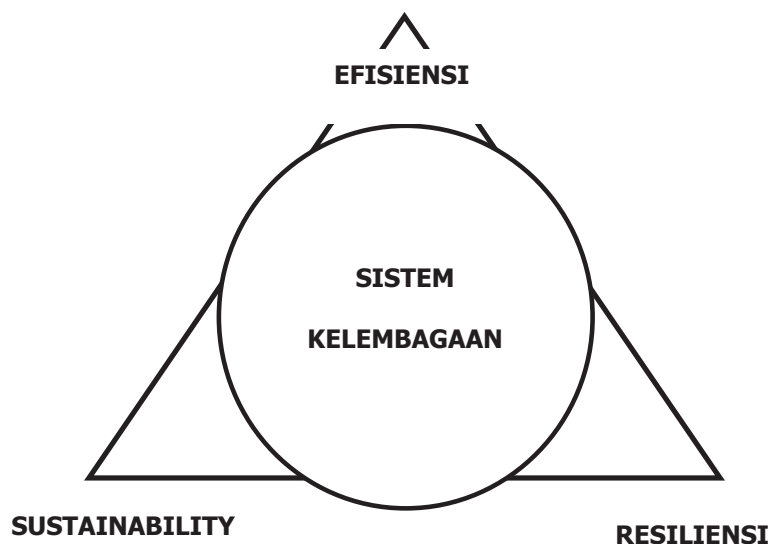
PENGEMBANGAN PERTANIAN DALAM PERSPEKTIF EKOREGION

Zonasi suatu kawasan berdasarkan konsep ekoregion memainkan peranan yang cukup penting dan strategis karena didalamnya mencakup aspek fisik, aspek ekologi/lingkungan serta aspek sosiologis dan budaya masyarakat setempat (KLH, 2014). Hal ini menjadi sangat penting, agar dalam pemanfaatannya suatu kawasan tidak saja menguntungkan secara ekonomi, tapi juga aman bagi lingkungan dan bisa diterima oleh masyarakat secara keseluruhan. Pemanfaatan lahan untuk pertanian harus mengacu pada daya dukung lahan agar terwujud sistem pertanian berkelanjutan. Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan daya dukung/daya tampung ekologisnya akan mengakibatkan rusaknya suatu kawasan eko-regional termasuk sumber daya lahan air dan lingkungannya.

Pembangunan pertanian berbasis ekoregion diharapkan bisa memenuhi 3 aspek sebagai pilar penyangga yaitu: efisiensi, sustainability dan resiliensi. Aspek efisiensi berkaitan dengan faktor ekonomi dimana pertanian tersebut harus bisa memberikan keuntungan secara ekonomis, sehingga siklus pembangunan ekonomi tetap bisa berjalan sampai generasi mendatang. Aspek sustainability atau keberlanjutan berkaitan dengan pembangunan yang secara ekonomis menguntungkan, ramah lingkungan dan bisa diterima oleh masyarakat setempat, sehingga bisa diwariskan kepada generasi selanjutnya. Sementara itu, resiliensi bermakna lentur dan tidak rapuh, sehingga kerusakan akibat kesalahan dalam prosedur pembangunan bisa cepat pulih secara alamiah.

Ketiga aspek pembangunan pertanian tersebut akan merangsang terbentuknya sistem kelembagaan yang kuat mengakar di masyarakat. Berbagai sistem kelembagaan yang tumbuh dan berkembang dipengaruhi oleh sistem sosial dan budaya masyarakat setempat. Pengembangan daerah rawa yang masif dikaitkan dengan program transmigrasi sehingga diwilayah tersebut akan timbul perpaduan berbagai budaya yang dibawa dari daerah asalnya. Sistem kelembagaan ekonomi akan bertumbuh mengikuti keberhasilan petani dalam pengelolaan lahan rawa secara berkelanjutan. Kasus dalam

kaitan dengan pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut di Sumatera Selatan telah menumbuhkan berbagai macam sistem kelembagaan yang meliputi lembaga permodalan KUM (kredit usaha mandiri), lembaga kelompok tani, kelompok petani pemakai air (P3A), lembaga penyediaan sarana produksi, lembaga jasa alsintan dan perbengkelan. Sistem kelembagaan tersebut memberi kontribusi nyata terhadap akselerasi pembangunan pertanian di lahan rawa pasang surut.

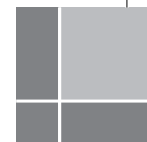


Gambar 5. Konsep pengembangan pertanian berbasis ekoregion (Pasandaran, et al. 2010)

Regionalisasi kawasan berdasarkan ekoregion sangat penting dalam perencanaan pembangunan pertanian agar kawasan tersebut tumbuh menjadi kawasan produktif dan lestari. Kawasan ekoregion harus dirumuskan secara berjenjang dari tingkat nasional hingga kabupaten. Karena kawasan ekoregion tidak dibatasi oleh batas administratif, maka setiap level kebijakan ekoregion harus mengkoordinasikan level dibawahnya untuk mencegah adanya ego kedaerahan.

Tabel 5. Arah Pemanfaatan Lahan Rawa Pasang Surut Berdasarkan Ekoregion

No.	Tipologi Lahan	Tipe Luapan /Tebal Gambut	Arah Pemanfaatan
1	Lahan Potensial	A, B	Sawah pasang surut
		C	Sawah surjan/tegalan
		D	Tegalan/perkebunan
2	Lahan Sulfat Masam	A, B	Sawah pasang surut
		C	Sawah surjan bertahap
		D	Tegalan/perkebunan
3	Lahan Salin	A, B	Hutan Mangrove/Tambak/Sawah pasang surut
		C	Tambak/Sawah surjan bertahap
		D	Tegalan/perkebunan
4	Lahan Gambut	A, B /Bergambut	Sawah
		C,D / Gambut tipis	Tegalan/hortikultura/Perkebunan
		C, D /Gambut Sedang	Tegalan/hortikultura/Perkebunan
		C, D / Gambut Tebal	Konservasi



Kinerja Teknologi Pengelolaan Lahan Rawa Pasang Surut

Teknologi pengelolaan lahan rawa pasang surut saat ini sudah tergolong cukup memadai untuk menanggulangi berbagai kendala yang dihadapi dalam pemanfaatannya untuk pertanian. Teknologi yang dikembangkan oleh lembaga penelitian dan universitas sejak tahun 1970an telah berhasil menjadikan lahan rawa pasang surut di beberapa wilayah menjadi sentra produksi pertanian. Namun demikian, tidak sedikit juga pengembangan lahan rawa pasang surut mengalami kegagalan dan menjadi lahan terlantar. Keberhasilan atau kegagalan pengembangan kawasan rawa pasang surut ditentukan oleh karakteristik lahan (ekoregion) dan ketelitian dalam sistem perencanaan dan implementasi teknologi pengelolaan lahan.

Pengelolaan Air

Kondisi alami lahan rawa pasang surut sebagian besar berupa rawa tergenang stagnan atau jenuh air sepanjang tahun karena air terjebak oleh tanggul sungai. Kondisi ini tidak baik untuk pertumbuhan tanaman termasuk padi, apalagi genangan yang terlalu dalam. Pengembangan untuk pertanian dimulai dengan pembuatan saluran drainase untuk mengurangi dan mengendalikan genangan air, sehingga terjadi sirkulasi air dan kelembabannya bisa disesuaikan kebutuhan tanaman. Kondisi air di saluran dan lahan harus dikendalikan dan dikelola agar kebutuhan air tanaman terpenuhi tetapi tidak berlebihan.

Pengelolaan air menjadi faktor kunci keberhasilan tanaman di lahan pasang surut. Tujuan utama adalah: 1) drainase dan mengurangi kelebihan air sampai tingkat optimum untuk pertumbuhan tanaman; 2) mensuplai air segar untuk tanaman, khususnya padi; 3) mencuci unsur-unsur beracun akibat oksidasi pirit, baik langsung maupun tidak langsung. (Notohadinegoro 1996). Selanjutnya Suryadi *et al.* (2010). Pengelolaan air bukan hanya untuk mengurangi atau menambah ketersediaan air permukaan, melainkan juga bertujuan untuk mengurangi kemasaman tanah, mencegah pemasaman tanah akibat teroksidasinya lapisan pirit, mencegah bahaya salinitas, bahaya banjir, dan mencuci zat beracun yang terakumulasi di zona perakaran tanaman. Semua tujuan tersebut pada akhirnya akan mengarah pada peningkatan produktivitas lahan dan peningkatan kesuburan tanah.

Infrastruktur pengelolaan air terdiri dari saluran air makro (saluran primer dan sekunder) dan saluran air mikro (tersier, kuartir dan saluran cacing di lahan). Di Indonesia dikenal 2 sistem tata air makro yang diterapkan yaitu sistem garfu di Kalimantan yang dikembangkan oleh UGM dan sistem sisir di Sumatera yang dikembangkan oleh IPB. Sistem operasi dan pemeliharaan (OP) saluran makro menjadi kewenangan pemerintah sedangkan ditingkat saluran mikro menjadi tanggung jawab petani. Setiap saluran juga dilengkapi dengan pintu-pintu air agar air bisa dikendalikan sesuai kebutuhan.

Sistem pengelolaan air di tingkat tersier yang dikelola langsung oleh petani atau kelompok tani telah mengalami kemajuan yang sangat baik. Pada lahan tipe A dan B, air pasang bisa masuk secara bebas, penerapan sistem aliran satu arah terbukti sangat baik untuk mempercepat mengurangi kemasaman dan pencucian unsur-unsur beracun (Suriadikarta dan Setyorini 2006). Selama musim pasang besar yang berlangsung sekitar 5 – 7 hari dalam periode 2 minggu, air pasang bisa dibiarkan bebas keluar dan masuk petak lahan agar unsur toksik bisa tercuci semaksimal mungkin. Sistem aliran satu arah memungkinkan dengan memasang pintu air otomatis (flap gate) di pintu inlet dan outlet untuk mencukupi kebutuhan air (Syahbuddin, 2011). Hasil penelitian menunjukkan dengan penerapan pengelolaan air sistem satu arah (yang dilengkapi dengan pintu-pintu



air) hasil padi dapat ditingkatkan dengan peningkatan intensitas pertanaman dan peningkatan produktivitas. Hal ini juga dikonfirmasi Noorinayuwati (1990) dan Balittra (2003) melaporkan bahwa penerapan pengelolaan air satu arah (*one way flow system*) menghasilkan hasil padi paling tinggi dibandingkan dengan tata air tradisional maupun pengelolaan air dua arah. Peningkatan produktivitas lahan dan hasil padi ini berhubungan erat dengan terjadinya perbaikan kualitas air tanah setelah adanya penerapan sistem aliran satu arah, terutama menurunnya kandungan Fe^{2+} , Al^{3+} dan SO_4^{2-} .

Pada lahan tipe C dan D, saluran dilengkapi dengan pintu air tabat untuk menahan air pasang dan air hujan. Pada lahan yang relatif tinggi ini, penting untuk dilakukan koservasi air di saluran tersier untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Namun demikian secara periodik air tabat tersebut harus dibuang agar tidak terjadi penumpukan unsur toksik. Pembuangan/drainase dilakukan pada saat pasang besar agar air pengganti bisa ditahan lagi saat punak air pasang. Pintu air yang digunakan adalah model pintu putar (*rotary gate*) atau *stoplog over-flow*.



Gambar 6. Jenis pintu air untuk pengelolaan air aliran satu arah berupa flap gate (kiri) dan pengelolaan air dengan sistem tabat overflow (kanan)

Sistem Surjan

Sistem surjan adalah salah satu bentuk sistem pengelolaan air dengan melakukan modifikasi bentuk lahan agar tingkat kelembabannya lebih sesuai untuk tanaman padi atau palawija. Pada lahan tipe C, kondisi kelembaban tanah terlalu kering untuk tanaman padi, tetapi terlalu basah untuk tanaman palawija. Jika demikian, maka untuk memenuhi kebutuhan air untuk tanaman padi maka sebagian lahan perlu diturunkan permukaannya agar air pasang bisa masuk menggenangi permukaan lahan. Tanah galian ditumpuk di bagian lahan lainnya sehingga permukaan lahan menjadi lebih tinggi sehingga kondisi kelembaban lahan lebih sesuai untuk tanaman palawija atau tanaman lahan kering lainnya. Bagian tanah yang digali untuk tanaman padi disebut ***tabukan***, sedangkan bagian yang ditinggikan untuk tanaman lahan kering disebut ***guludan***.

Keuntungan penerapan sistem surjan adalah:

1. Kondisi kelembaban tanah lebih sesuai untuk tanaman padi di bagian tabukan dan untuk tanaman lahan kering di guludan.
2. Menekan pertumbuhan gulma
3. Peluang diversifikasi lebih besar



Gambar 7. Sistem surjan di lahan pasang surut

Teknologi Ameliorasi dan Pemupukan

Proses pemasaman lahan karena oksidasi pirit berdampak pada karakteristik kimia tanah. Peningkatan kelarutan unsur beracun seperti Fe, Al dan Mn berakibat tanaman tidak bisa tumbuh secara optimal. Ketersediaan hara makro N, P, K, Ca dan Mg yang rendah juga akibat dari proses tersebut. Oleh karenanya tindakan ameliorasi lahan adalah langkah awal sebelum tindakan lainnya dilakukan. Ameliorasi lahan pasang surut ditujukan untuk memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah, khususnya mengurangi pengaruh buruk unsur beracun (Dent, 1986). Seringkali pemupukan tanpa ameliorasi tidak efisien bahkan tidak respon, karena faktor pembatas utama belum diperbaiki. Bahan amelioran yang umum digunakan adalah kapur, baik kaptan maupun dolomit. Namun bahan pembenah lainnya seperti bahan organik, pukan dan fosfat alam juga efektif untuk kondisi tertentu. Dalam hal pengapuran, beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menetapkan kebutuhan kapur adalah 1) derajat pelapukan dari tipe bahan induk, 2) kandungan liat, 3) kandungan bahan organik, 4) bentuk kemasaman, 5) pH tanah awal, 6) penggunaan metode kebutuhan kapur, dan 7) waktu (Mc Lean, 1982, dalam Al-Jabri, 2002). Penetapan kebutuhan kapur untuk tanah sulfat masam dapat dilakukan melalui beberapa metode, yaitu : 1) kebutuhan kapur berdasarkan metode inkubasi, 2) metode titrasi, dan 3) berdasarkan Al-dd.

Pemupukan menjadi salah satu faktor yang sangat menentukan kesuburan tanah karena lahan pasang surut, khususnya tanah sulfat, memiliki status hara N, P dan K dalam tanah sangat rendah. Seringkali status N sudah cukup tinggi, namun tidak tersedia bagi tanaman karena proses mineralisasi bahan organik yang terhambat. Demikian pula status P dan K, seringkali tinggi tapi tidak tersedia karena terfiksasi oleh Fe dan Al yang aktif pada tanah masam. Sehubungan dengan hal tersebut, pemupukan N, P dan K menjadi faktor sangat menentukan produktivitas lahan pasang surut. Pengalaman empiris menunjukkan bahwa fosfat alam adalah sumber P yang cukup efektif meningkatkan produktivitas lahan dengan tingkat efisiensi yang tinggi.

Tanah sulfat masam di Pulau Petak sangat respon terhadap pemupukan P baik yang berasal dari TSP maupun dari *Rock Phosphate* (Manuelpillei *et al.*, 1986; Subiksa *et al.*, 1999) di Kalimantan Selatan dan Sumatera Selatan. Pemberian *Rock Phosphate* pada tanah sulfat masam juga menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata dengan penggunaan TSP, hal ini disebabkan terjadinya proses penyanggaan *Rock Phosphate* dalam media yang sangat masam, menghasilkan bentuk P yang meta-stabil seperti Dicalcium phosphate yang tersedia untuk tanaman. Dalam penelitian pada tanah sulfat masam potensial di Tabung Anen Kalimantan Selatan pemberian pupuk P + kalium + bahan organik dan kapur masing-masing sebesar 43 kg P/ha, 52 kg K/ha, kapur 1 t/ha dan pupuk

kandang 5 t/ha memberikan hasil 3,24 t/ha GKG, pemberian kapur didasarkan kepada metode inkubasi untuk mencapai pH 5 (Hartatik *et al.*, 1999). Sedangkan pemupukan P berdasarkan kepada kebutuhan P untuk mencapai 0,02 ppm P dalam larutan tanah.

Di Belawang kebutuhan kapurnya lebih tinggi yaitu sebesar 4 t/ha, respon pemupukan P dan K tertinggi dicapai pada perlakuan P optimum (100 kg P/ha), K 78 kg/ha, dan 4 t kapur/ha. Hasil itu dapat dipahami karena tanah sulfat masam aktual di Belawang piritnya telah mengalami oksidasi sehingga Al-dd tinggi dan P tersedia rendah. Hasil penelitian pemupukan P dan kapur pada tanah sulfat masam pada beberapa lokasi penelitian disajikan pada Tabel 6. P-alam yang telah dicoba untuk tanah sulfat masam dan memberikan hasil yang sama baiknya dengan TSP adalah P-alam Tunisia, Ciamis, Christmas, dan Aljazair.

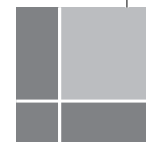
Tabel 6. Hasil Tanaman Padi Dengan Pemupukan dan Pengapuran Pada Beberapa Tanah Sulfat Masam di Sumatera dan Kalimantan

Lokasi	Pemupukan		Kaptan/dolomit	Hasil GKG	Varietas
	P ₂ O ₅	K ₂ O			
 kg/ha t/ha	
Tabung Anen, Kalsel	98,5	62,7	1 kaptan	3,24	IR-64
Belawang, Kalsel	229	104	4 kaptan	3,25	IR-64
Telang Muba, Sumsel	300	60	2 dolomit	4,0	IR-64
Unitatas, Kalteng	135	50	1 kaptan	2,4	-
Lamunti, Ex PLG	56	60	2 kaptan	2,0	IR-64

Di Lamunti, ex PLG Kalimantan Tengah P-alam setara dengan 150 kg P₂O₅/ha rata-rata dapat memberikan hasil 4,5 t/ha GKG, tetapi kalau diberikan 75 kg P₂O₅/ha hasil yang diperoleh hanya 3,79 t/ha GKG, sedangkan di Palingkau Kalimantan Tengah dengan dosis yang sama dapat memberikan masing-masing 3,7 t/ha dan 3,4 t/ha GKG (Supardi *et al.*, 2000).

Pemupukan P-alam hingga 60% erapan maksimum P dalam tanah sulfat masam Sumber Agung dan Sumber Rejo di Pulau Rimau, Sumatera Selatan dapat meningkatkan kadar P tersedia, namun belum dapat menurunkan kadar unsur beracun Fe²⁺, Fe-Al oksida, dan amorf serta sulfat dalam tanah. Unsur beracun diatas ditemukan dalam jumlah yang lebih tinggi pada tanah sulfat masam potensial yang baru teroksidasi dibandingkan tanah sulfat masam aktual (Setyorini, 2001). Oleh karena itu diperlukan kehati-hatian dalam mereklamasi atau melakukan pencucian/drainase di tanah sulfat masam potensial, apalagi jika kandungan liat tinggi.

Lebih lanjut ia menyatakan bahwa erapan P maksimum pada tanah sulfat masam aktual mencapai 2.000 µg P/g sedangkan pada sulfat masam potensial sedikit lebih rendah yaitu sekitar 1.666 µg P/g. Nilai erapan maksimum yang tinggi pada sulfat masam aktual dari pada sulfat masam potensial diakibatkan perbedaan kadar dan jenis liat, kadar pirit, pH, Al dan Fe, serta bahan organik. Ditinjau dari distribusi bentuk P-anorganik pada tanah sulfat masam diatas, terlihat bahwa fraksi Fe-P dan Al-P mendominasi jumlah P anorganik pada tanah sulfat masam potensial sedangkan fraksi Al-P dan Ca-P dominan pada sulfat masam aktual (Setyorini, 2001).



Pengembangan varietas

Memilih jenis tanaman dan varietas yang adaptif untuk ditanam pada lahan pasang surut adalah salah satu strategi untuk mendapatkan tingkat produktivitas yang tinggi. Secara teoritis, hampir semua jenis tanaman akan tumbuh baik di lahan pasang surut bila kondisinya masih normal (belum terjadi pemasaman). Namun bila sudah terjadi pemasaman maka pilihan tanaman yang bisa diusahakan menjadi terbatas. Pengalaman empiris oleh masyarakat di Kalimantan Selatan yang hanya mau menanam varietas lokal siam pada sawah sulfat masam, setelah mencoba beberapa kali varietas padi unggul. Dengan varietas lokal, petani bisa panen raya saat musim kemarau (off season) dengan hasil yang sangat memuaskan.

Adaptasi padi lokal terhadap keracunan besi di lahan rawa pasang surut sangat baik. Hal ini terlihat dari hasil uji toleransi terhadap keracunan besi 130 varietas padi lokal yang berasal dari Kalimantan dan Sumatera. Pengujian dilakukan pada kandungan besi tanah 156 ppm Fe. Dari 130 varietas yang diuji terdapat 37 varietas toleran sampai umur bibit 1 minggu, 27 varietas toleran sampai umur bibit 2 minggu dan 20 varietas toleran sampai umur bibit 3 minggu. Dua puluh varietas tersebut adalah Siam Perak, Siam Randah Putih, Siam Pal 6, Siam Pal 11, Lakatan, Siam Raden Rata, Siam Kawi, Siam Puntal, Siam Randah Kuning, Siam Pirak, Pandak Kembang, Siam Palon, Siam Rata, Bayar Palas, Unus Organik, Siam Pontianak Halus, Unus *Gampa*, *Siam Lantik*, *Selumbung*, *Bonai* (Khairullah *et al.*, 2006).

Dalam pengembangan varietas unggul baru, Koesrini *et al.* (2014) menyatakan bahwa Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian telah melepas 25 varietas padi rawa. Pada umumnya varietas padi rawa pasang surut berumur antara 117-145 hari dengan rata-rata hasil 3 - 6,5 t/ha dan beradaptasi baik pada lahan dengan tingkat kemasaman dan keracunan besi tidak terlalu tinggi.

Sistem Tanam

Sistem tanam padi konvensional dengan tanam pindah memerlukan tenaga dan biaya yang besar. Sementara itu di kawasan rawa pasang surut, pemilikan lahan > 1 ha/KK dan tenaga kerja sangat terbatas. Oleh karenanya, sistem tanam padi di lahan pasang surut telah mengalami evolusi yaitu menggunakan sistem sebar benih langsung (direct seeding) dan transplanter jarwo. Di Sumatera Selatan, petani beralih menggunakan sistem tanam sebar langsung karena hanya diperlukan waktu 1 HOK untuk tanam satu ha. Introduksi drum seeder sebagai pengganti tidak terlalu banyak diadopsi petani.

Penggunaan mesin tanam pindah (transplanter) sudah mulai digemari karena hasil tanamnya lebih bagus dan memudahkan pemeliharaan tanaman. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian mengenalkan sistem tanam jajar legowo 2:1. Sistem tanam ini menghasilkan jumlah populasi tanaman 213.300 tanaman/hektar atau 33,31% lebih banyak dibanding metode tanam tegel 25 cm x 25 cm. Model ini telah diadopsi seluas 1.613.550 hektar dengan rata-rata peningkatan produktivitas sebesar 13,83% dibanding dengan metode tanam tegel. Lebih lanjut Balitbangtan telah merancang dan memproduksi mesin tanam model jarwo yang diberi nama Indo Jarwo Transplanter 2:1. Indo Jarwo Transplanter memerlukan waktu sekitar 5-6 jam per ha atau kemampuannya setara dengan 25 tenaga kerja tanam. Dengan demikian mesin tanam Indo Jarwo Transplanter mampu menurunkan biaya tanam dan sekaligus mempercepat waktu tanam.



Pengendalian Gulma

Lahan pasang surut yang mengalami kondisi basah dan kering secara bergantian akan merangsang pertumbuhan gulma lebih cepat dan potensial dapat menurunkan hasil padi hingga 74%. Oleh karenanya teknologi pengendalian gulma menjadi salah satu penentu keberhasilan usahatani padi di lahan rawa pasang surut. Gulma yang banyak tumbuh di lahan rawa pasang surut tipe luapan C dan D adalah gulma darat seperti: alang-alang, gerinting dan babadotan. Sedangkan pada tipe luapan A adalah gulma air seperti: eceng gondok, semanggi, jajagoan dan jujuluk (Noor dan Ismail, 1995). Gulma dapat dikendalikan secara manual atau menggunakan herbisida. Pengendalian dengan herbisida tersebut masing-masing dengan takaran 0,5; 2,0; dan 2,0 l ha⁻¹ satu hari setelah tanam (HST) diikuti dengan penyiangan secara manual pada umur tanaman 35 HST dapat memberantas gulma secara efektif. Hasil penelitian Yusuf *et al.* (1993) pada padi sawah di lahan gambut memperlihatkan hasil serupa, yaitu penyiangan dengan herbisida DMA 6 takaran 1,5 l ha⁻¹ diikuti dengan cara manual pada umur tanaman 30 HST memberikan hasil sama dengan penyiangan secara manual dua kali.

Pengendalian Hama dan Penyakit

Kondisi iklim di wilayah tropis yang panas dan lembab sangat menguntungkan perkembangan hama dan penyakit, khususnya pada tanaman padi. Di lahan rawa pasang surut, jenis hama yang teridentifikasi menyerang padi adalah tikus, penggerek batang padi putih, hama pelipat daun, wereng coklat, wereng hijau, dan walang sangit. Sedangkan jenis penyakit yang umum adalah blas dan tungro (Thamri *et al.* 2013).

Untuk mengendalikan hama dan penyakit tersebut dilakukan dengan pendekatan pengendalian hama dan penyakit terpadu yaitu suatu cara pendekatan atau cara berpikir tentang pengendalian dengan mempertimbangkan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan. Monitoring populasi hama adalah bagian yang sangat penting dari kegiatan ini. Pengendalian secara kimiawi dilaksanakan jika populasi atau intensitas kerusakan yang diakibatkannya memperlihatkan akan terjadi kerugian dalam usaha pertanian (Sosromarsono *et al.*, 1977). Hama tikus ini dapat dikendalikan dengan cara-cara melakukan sanitasi, tanam serampak, menggunakan predator, fumigasi, perangkap bambu, rodentisida nabati dan sintetik (Thamrin *et al.*, 2013). Hama penggerek batang, selain dikendalikan menggunakan insektisida, juga dapat dilakukan dengan cara perangkap biologis seperti menanam purun tikus. Rendahnya intensitas kerusakan padi pada areal yang berdekatan dengan purun tikus disebabkan penggerek batang padi putih lebih tertarik meletakkan telurnya pada tumbuhan tersebut dibandingkan dengan tanaman padi, sehingga kerusakan padi sangat rendah (Thamrin *et al.*, 2001).

Pengembangan Alsintan

Pengembangan alat dan mesin pertanian (alsintan) untuk membantu meningkatkan produktivitas tenaga kerja dan peningkatan mutu hasil telah dirasakan manfaatnya oleh stake holder usaha tani lahan rawa pasang surut. Penggunaan traktor untuk pengolahan tanah, *drum seeder* atau *transplanter* untuk tanam dan *power weeder* untuk menyiang sudah dilakukan oleh petani di lahan pasang surut. Penggunaan alat-alat tersebut mampu mengurangi biaya dan waktu operasional. Kondisi yang paling krusial adalah saat kegiatan panen yang dilakukan secara bersamaan di satu kawasan telah menimbulkan persaingan tidak sehat untuk mendapatkan tenaga kerja yang akhirnya merugikan semua petani. Penanganan panen dan pasca panen yang tidak baik menghasilkan kualitas beras yang rendah sehingga harga jualnya juga sangat rendah.

Perbaikan teknologi alsintan panen dan pascapanen padi dititik beratkan pada tiga tahap kegiatan karena tingginya kehilangan hasil serta gabah dan beras yang dihasilkan bermutu rendah. Ketiga tahapan tersebut adalah pemanenan, perontokan, dan pengeringan. Masalah panen berangsur dapat diatasi dengan penggunaan alat panen reaper dan stripper serta penggunaan perontok mesin. Kapasitas kerja mesin panen *reaper* pada lahan pasang surut di Inlittra Handil Manarap cukup besar sekitar 0,18 ha/jam (Noor *et al.*, 2001). Penggunaan alat perontok mesin dapat menekan waktu kerja dan meningkatkan kapasitas kerja 12-15 kali lebih tinggi dibanding pedal thresher. Dalam lima tahun terakhir alsintan untuk panen lebih dimodernisasi dengan dikenalkannya mini combine harvester yang bisa dioperasikan di lahan pasang surut, bahkan di Merauke penggunaan combine ini sudah sangat memasyarakat.



Gambar 8. Alat tanam benih langsung drum seeder (kiri) dan Indo Jarwo transplanter (kanan)

Alsintan yang cukup nyata mendongkrak produktivitas padi dan kualitas beras di daerah rawa pasang surut adalah alat pengering "box dryer". Pengeringan gabah dengan box dryer menghasilkan beras giling bermutu baik dan kehilangan hasil kurang dari 1%, sehingga harga beras dari pasang surut jauh lebih tinggi dari sebelumnya. Kalau sebelumnya beras dari pasang surut dikenal dengan "beras batik" yaitu beras yang banyak butir berwarna kuning yang dihargai sangat murah oleh pedagang.



Gambar 9 . Combine harvester di Telang Sumsel (kiri) dan pengering gabah box dryer bahan bakar sekam (kanan)

Produktivitas Lahan Rawa Pasang Surut

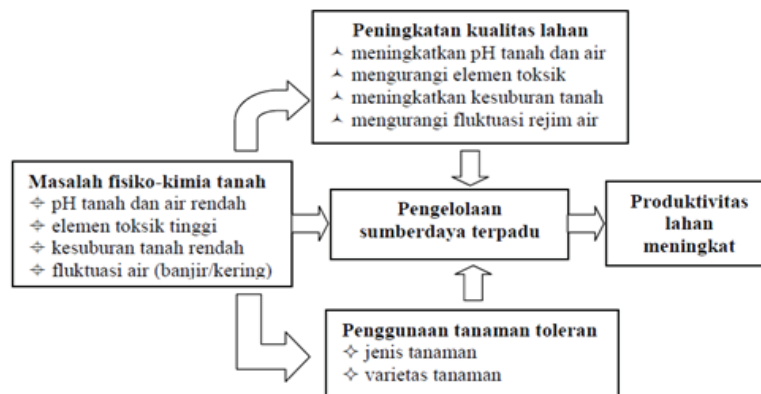
Dari penjelasan sebelumnya, lahan pasang surut memiliki rentang karakteristik yang sangat lebar dan dinamis. Oleh karenanya status kesuburan tanah dan produktivitasnya juga sangat beragam secara spasial dan temporal. Secara spasial,

keragaman kesuburan tanah mengarah dari tanggul sungai ke arah back swamps atau berkaitan dengan tipologi lahan. Yang dekat tanggul sungai biasanya lebih subur dibandingkan di bagian backswamps karena lebih sering mendapat pengayaan dari luapan banjir. Sementara itu keragaman temporal berkaitan dengan dinamika oksidasi pirit. Lahan yang tadinya memiliki produktivitas baik, musim berikutnya bisa menjadi buruk karena mengalami pemasaman akibat oksidasi pirit. Tanah yang baru dibuka biasanya lebih subur dan seiring waktu tingkat kesuburannya berkurang karena tanah menjadi semakin masam.

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 hektar 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 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 yang dicapai karena budidaya padi di lahan rawa menghadapi berbagai masalah baik agro fisik lahan dan lingkungan, sosial ekonomi, budaya, dan adat istiadat budaya setempat (BBSDLP 2011). Padahal dilaporkan produktivitas padi di lahan rawa pasang surut seperti daerah rawa Telang, Sumatera Selatan dengan pengelolaan yang baik dan input (benih, pupuk, dan pestisida) yang cukup dapat mencapai panen antara 7-8 t GKG/ha (Susanto 2009).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas padi di lahan gambut dengan penggunaan varietas unggul dapat mencapai antara 4–6 tGKG/ha.; di lahan potensial daerah Telang (Sumatera Selatan) dapat mencapai 7-9 t GKG/ha; di lahan sulfat masam, varietas Inpara 3 dan Inpara 2 cukup adaptif dengan hasil masing-masing antara 3,0-3,5 t GKG/ha dan 3,5-4,0 t GKG/ha; di lahan salin daerah Kurau, Kab. Banjar, Tabungane Kab. Barito Kuala (Kalimantan Selatan) dapat mencapai 3,0-4,0 t GKG/ha dengan varietas unggul adaptif seperti Cihorang dan/atau Inpara, namun kebanyakan yang ditanam petani varietas lokal seperti Siam Mutiara dan/atau Siam Saba dengan produktivitas 2,0-3,0 t GKG/ha. Hasil analisis menunjukkan optimalisasi lahan dari 1 juta hektar dengan dukungan inovasi teknologi pengelolaan dan intensitas pertanaman (IP 200) dapat memperoleh tambahan produksi sebesar 3,5 juta ton gabah per tahun. BB-Padi (2006) menyakakan bahwa varietas unggul padi spesifik lahan rawa pasang surut mempunyai potensi produksi 6,5 ton GKG atau setara dengan 10 ton/ha GKP untuk Varietas Batanghari. Sedangkan untuk Varietas Banyuasin, Indragiri, Siak Raya, dan Air Tenggulang mempunyai potensi produksi 6,0 ton/ha GKG setara dengan 9,23 ton/ha GKP.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian, produktivitas lahan pasang surut masih sangat bervariasi tergantung kondisi lahan, teknologi yang diterapkan dan musim. Untuk meningkatkan produktivitas lahan, Alwi *et al.* (2014) mengemukakan dapat dilakukan dengan pendekatan sumber daya terpadu seperti konsep yang ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Konsep dasar pendekatan sumber daya terpadu untuk meningkatkan produktivitas lahan pasang surut (Alwi *et al*, 2014)

Lahan potensial pada umumnya memiliki tingkat produktivitas paling tinggi dibandingkan lahan sulfat masam atau salin. Hal ini disebabkan karena hambatan pertumbuhan tanaman pada lahan potensial relatif rendah. Lahan potensial di Telang Sumatera Selatan produktivitasnya bisa mencapai 7,9 ton/ha (Raharjo, 2010), dan di Tanjung Jabung Jambi bisa menapai 7 ton/ha (Jumakir *et al.*, 2014). Sementara itu Alwi (2014) melaporkan bahwa di Kalimantan Selatan, produktivitas lahan potensial sekitar 6,3-7,0 t GKG ha⁻¹, pada lahan sulfat masam 4 4,0-5,0 t GKG ha⁻¹ dan lahan salin 4,0-4,5 t GKG ha⁻¹.

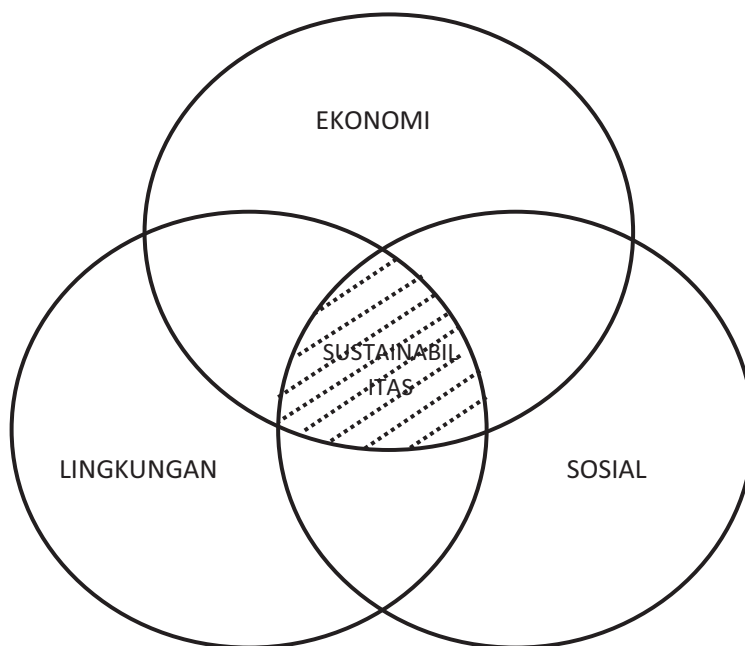
Susanto (2013) menyatakan bahwa di Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan terdapat sekitar 300.000 hektare lahan pasang surut dengan produksi lima ton per hektare. Sekitar 10% diantara luas lahan tersebut sudah ditanami padi 2 kali setahun. Saat ini sawah lahan rawa pasang surut di Banyuasin ini merupakan lumbung padi Provinsi Sumatera Selatan, bahkan memasok beras pada sejumlah provinsi, seperti Jambi, Bengkulu dan Riau.

Rendahnya produktivitas lahan pasang surut tidak semata-mata disebabkan oleh kondisi lahan, tetapi juga tingginya intensitas serangan hama penyakit dan infestasi gulma. Dua faktor penyebab utama tingginya intensitas serangan hama dan penyakit tanaman adalah (1) kedekatan lokasi lahan rawa pasang surut dengan hutan dan (2) sempitnya areal pertanaman varietas unggul sehingga serangan hama dan penyakit terkonsentrasi. Pada dasarnya pengendalian hama dan penyakit diarahkan pada strategi pengelolaan hama terpadu (PHT) melalui penggunaan varietas tahan dan musuh alami, teknik budidaya yang baik dan sanitasi lingkungan. Penggunaan pestisida kimia dilakukan sebagai tindakan terakhir. Sebagai contoh, pengendalian hama tikus terpadu yang strateginya didasarkan pada kombinasi taktik-taktik pengendalian berdasarkan stadia tanaman padi di lapangan. Untuk keberhasilan pengendalian hama dan penyakit ini diperlukan partisipasi aktif petani dan dukungan aparat pemerintah serta sarana dan prasarana penunjang yang memadai.

IMPLIKASI PENGEMBANGAN LAHAN RAWA PASANG SURUT

Reklamasi lahan rawa pasang surut untuk pertanian dengan membuat saluran drainase menyebabkan kondisi rawa yang biasanya tergenang air menjadi lebih kering. Kondisi ini sudah barang tentu menimbulkan implikasi yang sifatnya sementara maupun permanen. Implikasi yang ditimbulkan dapat ditinjau dari 3 aspek yaitu: aspek ekonomi, aspek sosial dan aspek lingkungan. Ketiga aspek yang ditimbulkan tersebut saling bersinergi untuk mencapai sistem pengelolaan lahan yang berkelanjutan, seperti yang diilustrasikan dalam Gambar 11.

Pengembangan lahan rawa pasang surut harus dilakukan dengan pendekatan pengelolaan lahan berkelanjutan. Artinya bahwa, pemanfaatan lahan rawa pasang surut tidak hanya menguntungkan secara ekonomi, tapi juga harus diterima oleh masyarakat sebagai sesuatu yang tidak bertentangan dengan adat dan norma sosial yang berlaku serta tidak menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan disekitarnya. Pertanian yang berkelanjutan akan berlanjut untuk diwariskan kepada generasi penerus tanpa menimbulkan dampak lingkungan yang serius.



Gambar 11 . Ilustrasi keterkaitan 3 aspek dalam sistem pengelolaan lahan berkelanjutan

Aspek Ekonomi

Lahan rawa pasang surut adalah salah satu alternatif untuk perluasan areal pertanian mengingat potensinya yang besar dan sumber daya air yang melimpah. Secara turun temurun sebenarnya lahan rawa sudah dimanfaatkan penduduk dalam skala kecil di sekitar dataran banjir sungai besar untuk tanaman pangan, perkebunan dan hortikultura. Pemanfaatan lahan rawa tersebut telah memberikan kontribusi bagi pendapatan penduduk setempat dan tetap eksis sampai sekarang.

Lahan pasang surut yang dikelola dengan baik bisa menghasilkan benefit yang cukup besar sehingga mampu menopang ekonomi keluarga tani. Sebaliknya lahan yang tidak dikelola dengan baik sesuai karakteristik lahan akan memiliki produktivitas yang rendah.

Apabila hal ini terus terjadi, maka petani bisa terjebak dalam perangkap kemiskinan karena petani tidak bisa membeli input produksi dari hasil pertaniannya sendiri. Kondisi ini menyebabkan sistem pertanian yang mereka kelola mengarah pada sistem pertanian yang tidak terlanjutkan.

Aspek Lingkungan

Pengembangan lahan yang luas (masif) untuk pengembangan pertanian, tidak bisa dihindari adanya resiko lingkungan. Pembuatan saluran drainase dengan dimensi yang cukup besar menyebabkan terjadinya perubahan regime kelembaban tanah dari tergenang menjadi lebih kering. Perubahan lingkungan ini juga menyebabkan terjadinya lapisan gambut menipis atau hilang, perubahan tutupan vegetasi, satwa serta lingkungan abiotik seperti kemasaman tanah sampai pencemaran lingkungan.

Lapisan gambut hilang. Pada awal pembukaan lahan rawa pasang surut di Sumatera dan Kalimantan, yang survei tanahnya dilakukan secara intensif antara tahun 1969 dan 1984, banyak ditemukan wilayah kubah gambut di berbagai tempat. Saat ini, sebagian dari wilayah kubah gambut tersebut, terutama yang telah berhasil dijadikan areal pemukiman transmigrasi, telah lenyap dijadikan lahan pertanian. Yang tersisa umumnya tinggal berupa wilayah lahan gambut sempit yang ditempati gambut dangkal atau tanah bergambut.

Tutupan vegetasi. Dalam kondisi alami, lahan rawa ditutupi oleh hutan yang cukup lebat dengan spesies endemik seperti pohon ramin, rotan, meranti dan sebagainya. Reklamasi lahan menyebabkan spesies tanaman tersebut hilang dan digantikan tanaman budidaya, hutan gelam, rumput purun dan sebagainya sesuai dengan berhasil atau tidaknya masyarakat mengelola lahan. Lahan yang dikelola dengan baik, akan berubah menjadi pertanian produktif dengan vegetasi tanaman budidaya seperti tanaman pangan, perkebunan maupun hortikultura. Sebaliknya lahan yang tidak dikelola dengan baik akan berubah menjadi lahan bongkor yang ditutupi oleh vegetasi hutan gelam atau padang rumput purun yang tidak produktif.

Kemasaman ekstrim. Drainase berlebihan dan tersingkapnya lapisan pirit ke permukaan tanah menyebabkan terjadinya oksidasi pirit yang menghasilkan asam sulfat yang sangat masam. Kemasaman tanah yang tinggi memicu munculnya unsur-unsur yang bersifat racun ke lingkungan perairan. Kandungan besi (Fe^{2+}), aluminium (Al^{3+}), ion hidrogen (H^+) dan sulfat (SO_4^{2-}) pada lahan yang didrainase lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang tidak/belum didrainase. Hal ini memberikan implikasi bahwa setelah lahan direklamasi dengan membangun sistem dan jaringan drainase akan mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan tanah dan air. Total SO_4^{2-} yang tercuci (*leached*) dari lahan yang didrainase 3,34 mol/ m^2 /tahun, sebanding dengan 1,17 mol FeS_2 / m^2 /tahun atau 140 g pirit/ m^2 / tahun. Pada lahan yang tidak didrainase, total SO_4^{2-} yang tercuci 1,18 mol FeS_2 / m^2 /tahun yang sebanding dengan 0,59 mol FeS_2 / m^2 /tahun atau 71 g pirit/ m^2 / tahun.

Menurut Chairuddin *et al.* (1990), kemasaman dan meningkatnya unsur beracun seperti besi berakibat pada buruknya lingkungan hidup ikan di lahan rawa pasang surut. Jumlah spesies ikan dan hasil tangkapan ikan berkurang hingga 50% dari kondisi normal (sebelum terjadi pemasaman). Hasil tangkapan ikan pada lahan yang kurang masam di Tabunganen (Kalimantan Selatan) lebih banyak dibanding pada lahan yang sangat masam seperti di Barambai dan Belawang (Kalimantan Selatan), dan Unit Tatas (Kalimantan Tengah). **Emisi GRK.** Gambut di kawasan rawa pasang surut menyimpan cadangan

karbon terestrial yang sangat besar. Pembuatan drainase akan memicu terjadinya dekomposisi gambut serta kebakaran gambut yang menyebabkan emisi CO₂ (salah satu jenis gas rumah kaca) yang tinggi. Emisi GRK dari lahan gambut ini diyakini berkontribusi cukup besar dalam pemanasan global.

Aspek Sosial Budaya

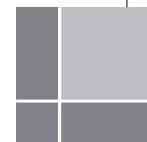
Pengembangan lahan pasang surut untuk pertanian secara besar-besaran dibarengi dengan pemindahan penduduk dari berbagai daerah dengan latar belakang budaya dan pendidikan yang sangat beragam akan menimbulkan implikasi sosial yang beragam pula. Kondisi ini akan berujung pada keberlanjutan pemanfaatan lahan pasang surut. Implikasi sosial yang muncul adalah adanya interaksi sosial budaya dari berbagai suku pendatang dan penduduk setempat, baik yang sifatnya positif maupun negatif.

Dalam konteks ekoregion, tidak semua penduduk di suatu daerah menerima dengan ikhlas adanya pendatang sehingga muncul berbagai gesekan sosial. Namun banyak pula daerah yang melihat pendatang sebagai agen pembangunan. Biasanya, daerah pengembangan rawa pasang surut yang menerima dengan baik pendatang akan berkembang lebih baik dibandingkan dengan daerah yang tidak kohesif terhadap pendatang. Beberapa kasus terjadi di Papua misalnya, petani transmigran yang sudah diberikan tanah garapan seluas 2,25 ha, akhirnya tidak memiliki tanah karena tanah garapannya diakui masih menjadi milik masyarakat asli setempat. Kecemburuan sosial juga mewarnai kehidupan masyarakat di daerah eks-transmigrasi yang puncaknya terjadi kerusuhan, seperti yang sering terjadi di Sumatera. Secara umum ditinjau dari aspek kewilayahan, pada umumnya masyarakat di Indonesia bagian Barat lebih terbuka menerima pendatang dibandingkan dengan masyarakat di Indonesia bagian Timur.

Disisi lain, proses akulturasi budaya adalah salah satu dampak sosial yang memberi makna positif. Kehidupan sosial dan budaya yang dibawa oleh masyarakat transmigran dari daerah asalnya, berkembang dengan baik di daerah baru, bahkan diadopsi oleh masyarakat setempat

Petani transmigran yang tidak biasa dengan rawa pasang surut seringkali mengelola lahan secara tidak hati-hati sehingga banyak lahan terlantar karena salah pengelolaan. Lahan yang tidak produktif akan memicu akselerasi pemiskinan masyarakat karena produktivitas lahan yang semakin rendah. Dampaknya adalah masyarakat transmigran yang tadinya bertani akan beralih menjadi pelaku *illegal logging* atau merantau ke kota menjadi buruh atau pekerjaan informal lainnya.

Masyarakat yang tinggal di daerah rawa yang direklamasi yang kehidupan sosial budaya sangat tergantung dari rawa seperti menangkap ikan, mencari rotan atau memelihara kerbau rawa akan mengalami dampak reklamasi. Di wilayah pengembangan rawa PLG Kalimantan Tengah dan Selatan ada sistem menangkap ikan sistem jebakan beje (kolam panjang). Pada saat air rawa surut dimusim kemarau petani bisa panen ikan melimpah. Kolam beje dengan ukuran 1 x 50 m, masyarakat bisa panen ikan lebih dari 2 ton, karena saat air rawa surut semua ikan akan menuju kolam beje yang masih berair. Walaupun yang direklamasi jauh dari kolam beje, tetapi wilayah penjelajahan akan jauh berkurang sehingga produktivitas kolam beje jadi sangat rendah. Karena mata pencahariannya terganggu, sangat mungkin bisa merubah perilaku sosialnya baik dalam makna positif maupun negatif.



KESIMPULAN

Pembangunan pertanian di masa mendatang akan lebih mengarah pada pemanfaatan lahan marginal seperti lahan rawa karena ketersediaan lahan subur semakin terbatas.

Potensi lahan rawa pasang surut yang besar seyogyanya dapat dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan ketersediaan lahan untuk produksi pangan. Pengembangan lahan rawa diyakini memiliki keunggulan komparatif karena ketersediaan air yang melimpah dan topografi yang relatif datar sehingga bisa dikembangkan dengan biaya yang relatif murah.

Berbagai kendala yang mungkin muncul dalam pengembangan lahan rawa perlu diwaspadai karena lahan rawa pasang surut menyimpan potensi masalah. Perencanaan yang matang melalui penelitian yang mendalam serta penerapan teknologi yang tepat bisa merubah lahan rawa pasang surut menjadi sangat produktif.

Pengembangan pertanian lahan rawa pasang surut dalam perspektif ekoregion akan memberikan arah penerapan teknologi pemanfaatan lahan yang lebih terarah menuju efisiensi usahatani yang berkelanjutan dan memiliki tingkat resiliensi tinggi.

Pengembangan pertanian lahan rawa pasang surut dan penerapan teknologi dalam perspektif ekoregion, telah berhasil merubah lahan rawa pasang surut di beberapa daerah seperti Musi Banyuasin Sumatera Selatan menjadi lumbung pangan, khususnya beras, bagi Provinsi Sumatera Selatan dan sekitarnya.

Pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut tidak bisa dihindari kemungkinan adanya dampak positif maupun negatif dalam dimensi ekonomi, lingkungan maupun sosial budaya. Yang penting adalah bagaimana kita mengantisipasi kemungkinan dampak yang muncul agar dampak negatifnya bisa diminimalisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. dan I G.M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAFT) Bogor, Indonesia.
- Alwi, M. 2014. Prospek lahan pasang surut untuk tanaman padi. Prosiding Seminar Nasional "Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi", Banjarbaru 6-7 Agustus 2014 | 45
- Alihamsyah, T. 2001. Propek pengembangan dan pemanfaatan lahan pasang surut dalam perspektif eksplorasi sumber pertumbuhan pertanian masa depan. h. 1-18. *Dalam* 1. A. Riza, T. Alihamsyah, dan M. Sarwani (penyunting). Pengelolaan Air dan Tanah di Lahan Pasang Surut. Monograf ISSN 1410-637 X. Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa.
- Alihamsyah T, D Nazeim, Mukhlis, I Khairullah, HD Noor, M Sarwani, Sutikno, Y Rina, FN Saleh dan S Abdussamad. 2003. Empat puluh tahun Balittra; Perkembangan dan Program Penelitian Ke Depan. Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa. Badan Litbang Pertanian. Banjarbaru.
- Balittra 2003. Lahan Rawa Pasang Surut: Pendukung Ketahanan Pangan dan Sumber Pertumbuhan Agribisnis. Penyusun Alihamsyah, T. *et al.* M. Balittra Banjarbaru. 53 Hlm.



- BBSDLP. 2011. State of the Art & Grand Design Pengembangan Lahan Rawa. 44 hlm. Bogor: Balai Besar Litbang Sumber daya Lahan Pertanian. Bogor.
- BBSDLP. 2014. Sumber daya Lahan Pertanian Indonesia: Luas, Penyebaran dan Potensi. Edisi 1. Balitbang. Jakarta.
- Dent, D. 1986. Acid Sulphate Soils: A baseline for research and development. International Land Reclamation Institutes Publ. 39, Wageningen, The Netherlands.
- Diemont, W.H. and Pons, L.J. 1992: A preliminary note on peat formation and gleying in the Mahakam inland floodplain, East Kalimantan, Indonesia. In Tropical Peat, Proceedings of the International Symposium on Tropical Peatland. Sarawak. Malaysia. Ed. S.L. Tan, B. Azis, J. Samy, Z. Salmah, H.S. Petimah, and S.T. Choo. pp. Muhamed, M. 2002: The peat soils of Sarawak. Status Report The Peat of Sarawak (STRAPEAT). 16p.74-80, MARDI, Sarawak Muhamed, M. 2002: The peat soils of Sarawak. Status Report The Peat of Sarawak (STRAPEAT). 16p.
- Haryono, 2013. Lahan Rawa: Lumbung Pangan Masa Depan Indonesia. Cetakan ke 2. IAARD. Jakarta. 142 Hlm. Jumakir, Rima P, Bustami dan Endrizal. 2012. Produktivitas dan percepatan difusi varietas padi unggul Inpara 1 dan Inpara 3 di lahan pasang surut Provinsi Jambi. Prosiding Seminar Nasional BBP2TP. Buku 1. Bogor, 19-20 Nopember 2011. Badan Litbang Pertanian. BBP2TP Bogor
- Hooijer, A., Silvius, M., Wösten, H. and Page, S. 2006. PEAT-CO₂, Assessment of CO₂ emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943 (2006).
- Jumakir and Endrizal. 2013. Development superior new variety of Inpara 1 and Inpara 3 in tidal swamp land Province of Jambi. Proceeding International Seminar. Technology Innovation for Increasing Rice Production and Conserving Environment under Global Change. Book 2. IRRI, IAARD, Ministry of Agriculture Republic of Indonesia. Sukamandi West Java
- Khairullah I., Mawardi dan M. Sarwani. 2006. Karakteristik dan pengelolaan lahan rawa:7. Sumber daya hayati pertanian lahan rawa. *Hlm* 203-228. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Kononova. M.M. 1968. Transformation of organic matter and their relation to soil fertility. *Sov. Soil. Sci.* 8:1047-1056.
- Koesrini, E. William, dan Izhar Khairullah, 2014. Varietas padi adaptif lahan pasang surut, dalam Nursyamsi *et al* (Eds). Teknologi Inovasi Lahan Rawa Pasang Surut Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional. Badan Litbang Pertanian, Jakarta
- Mario, M.D. 2002. Peningkatan produktivitas dan stabilitas tanah gambut dengan pemberian tanah mineral yang diperkaya oleh bahan berkadar besi tinggi. Disertasi Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Noor, H.Dj., I. Noor, Noorginayuwati dan Muhammad. 2001. Karakterisasi mutu hasil dan peningkatannya melalui teknologi pascapanendengan alsintan. Laporan Akhir Proyek/Bagian Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Partisipatif (PAATP). Balai Penelitian Tan. Pangan Lahan Rawa Banjarbaru.
- Noorginayuwati 1991. Pengaruh Perbaikan Tata Air terhadap Produktivitas Lahan Tenaga Kerja dan Pendapatan Rata-rata di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan. Laporan Hasil Penelitian Tahun 1991. Balai Penelitian Tanaman Pangan Banjarbaru.

- Nugroho, K., Alkasuma, Paidi, W. Wahdini, Abdulrachman, H. Suhardjo, dan I P.G. Widjaja-Adhi. 1991. Laporan Akhir. Penentuan areal potensial lahan pasang surut, rawa, dan pantai. Skala 1:500.000. Laporan Teknik No. 1/PSRP/1991. Proyek Penelitian Sumber daya Lahan, Puslittanah dan Agroklimat.
- Pasandaran, E., Nono S. Dan Suherman. 2010. Politik Pengelolaan DAS. Dalam: Suradisastra, K, et al. (edt) Membalik kecenderungan degradasi lahan dan air. Badan Litbang Pertanian. IPB Press, hal: 243-260.
- Proyek PPLPSR (Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa)-Swamps-II. 1993a. Sewindu Penelitian Pertanian di Lahan Rawa, 1985-1993: Kontribusi dan prospek pengembangan. Badan Litbang Pertanian, Dep. Pertanian.
- Proyek PPLPSR (Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa)-Swamps-II. 1993b. Petunjuk Teknis Pengelolaan Sistem Usahatani di Lahan Pasang Surut. Badan Litbang Pertanian (tidak dipublikasikan).
- Proyek PSLPSS (Pengembangan Sistem Usaha Pertanian Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan). 1998. Prospek Pengembangan Sistem Usaha Pertanian Modern di Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan. Laporan Tim Terpadu. Badan Litbang Pertanian, Dep. Pertanian.
- Proyek PSLPSS (Pengembangan Sistem Usaha Pertanian Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan). 1999. Identifikasi dan Karakterisasi Wilayah Pengembangan Sistem Usaha Pertanian Lahan Pasang Surut di Propinsi Sumatera Selatan. Tahap II. laporan Tim Terpadu. Badan Litbang Pertanian, Dep. Pertanian.
- Rachim, A. 1995. Penggunaan kation-kation polivalen dalam kaitannya dengan ketersediaan fosfat untuk meningkatkan produksi jagung pada tanah gambut. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Radjaguguk, B. 1992: Utilization and management of peatlands in Indonesia for agriculture and forestry. In *Tropical Peat, Proceedings of the International Symposium on Tropical Peatland*. Sarawak. Malaysia. Ed. S.L. Tan, B. Azis, J. Samy, Z. Salmah, H.S. Petimah, and S.T. Choo. pp. 21-27
- Sabiham, S., TB. Prasetyo dan S. Dohong. 1997. Phenolic acid in Indonesian peat. In Rieley and Page (Eds). Pp. 289-292. *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peat and Peatland*. Samara Publishing Ltd. Cardigan. UK.
- Sosromarsono, S., I.N. Oka, dan S. Wardojo. 1977. Perkembangan konsep pengelolaan hama penyakit tanaman dan tumbuhan pengganggu. *Hlm. 238-241. Dalam Aspek Pestisida di Indonesia*. Edisi Khusus No.3. LP3 Bogor.
- Subagyono, K., H. Suwardjo dan I.P.G. Widya-Adhi. 1992. Peranan Sistem Drainase Dangkal Insentif dalam Reklamasi Tanah Sulfat Masam. Laporan Puslit Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Syahbuddin H. 2011. Rawa Lumbung Pangan Menghadapi Perubahan Iklim. Balittra, Banjarbaru. 71 Hlm.
- Susanto, R.H., 2013. Maksimalkan hasil padi pasang surut. *Tribune Sumatera Selatan*, 18 Maret 2013.
- Susanto, R.H., 2009. Review Hasil Pembahasan Workshop Pengembangan dan Pengelolaan Lahan Rawa dalam Mendukung Ketahanan Pangan Nasional, 16 Des 2009 di Hotel Nikko, Jakarta. Kemenko Bidang Perekonomian. Jakarta.

- Susanto, R.H., 2010. Strategi Pengelolaan Lahan Rawa untuk Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. Jurusan Tanah FP UNSRI. Palembang. 172 hlm.
- Soil Survey Staff. 2003. Keys Soil Taxonomy. Ninth Edition, 2003. Natural Resources Conservation Service-USDA.
- Subiksa, IGM., K. Nugroho, Sholeh and IPG. Widjaja Adhi, 1997. The effect of ameliorants on the chemical properties and productivity of peat soil. In: Rieley and Page (Eds). Pp:321-326. Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands. Samara Publishing Limited, UK.
- Subiksa, IGM., Ai Dariah dan F. Agus. 2009. Sistem pengelolaan lahan eksisting di Kalimantan Barat serta implikasinya terhadap siak kimia tanah gambut dan emisi GRK. Laporan Penelitian Kerjasama Balai Penelitian tanah dengan Kementerian Ristek.
- Subiksa, IGM., Husein Suganda dan Joko Purnomo. 2009. Pengembangan formula pupuk untuk lahan gambut sebagai penyedia hara dan menekan emisi gas rumah kaca (GRK). Laporan Penelitian Kerja Sama antara balai Penelitian tanah dengan Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
- Subagyo, H. 2002. Klasifikasi dan penyebaran lahan rawa. dalam Pengelolaan Lahan Rawa
- Subagyo, H. 2002. Penyebaran dan potensi tanah gambut di Indonesia untuk pengembangan pertanian. h. 197-227. *Dalam* CCFPI (Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia). 2003. Sebaran Gambut di Indonesia. Seri Prosiding 02. Wetlands International-Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor.
- Suryadi FX., PHJ. Hollanders, and RH. Susanto. 2010. Mathematical modeling on the operation of water control structures in a secondary block case study: Delta Saleh, South Sumatra. Hosted by the Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB). Québec City, Canada June 13-17, 2010.
- Thamrin., M., S. Asikin. Dan B.Prayudi. 2001. Hama Tikus dan Teknologi Pengendaliannya di Lahan Pasang Surut. Hlm 7-20. *Dalam* Prayudi et al. (Eds)). Monograf Hama dan Penyakit Utama Padi di Lahan Pasang Surut. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Thamrin, M., S. Asikin dan M. Willis. 2013. Tumbuhan kirinyu *Chromolaena odorata* (L) (*Asteraceae: Asterales*) sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 32(3):112-121
- Wahyunto, R. Shofiyati, dan F. Agus. 2011. Sinkronisasi basis data sumber daya lahan mendukung perencanaan pembangunan pertanian. *Dalam* Kedi Suradisastra *et.al* (Eds). Membangun Kemampuan Pengelolaan Lahan Pertanian pangan Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian-IPB Press. Jakarta. Hlm 59-82.
- Widjaja-Adhi, I P.G., K. Nugroho, Didi Ardi S., dan A.S. Karama. 1992. Sumber daya lahan rawa: Potensi, keterbatasan, dan pemanfaatan. h. 19-38. *Dalam* Sutjipto P. dan M. Syam (penyunting). Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Cisarua, 3-4 Maret 1992.