

PENGEMBANGAN LAHAN RAWA BERBASIS INOVASI TEKNOLOGI

Achmadi Jumberi dan Trip Alihamasyah
Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa – Balittra

PENDAHULUAN

Peranan lahan rawa bagi pengembangan pertanian khususnya produksi tanaman pangan yang sekaligus mendukung peningkatan ketahanan pangan nasional akan makin penting dan strategis bila dikaitkan dengan perkembangan penduduk dan industri serta berkurangnya lahan subur untuk berbagai penggunaan non pertanian (Alihamasyah, 2002). Luas areal lahan rawa di Indonesia oleh Nugroho *et al.* (1992) diperkirakan mencapai 33,4 juta hektar, terdiri dari 20,11 juta hektar lahan pasang surut dan 13,29 juta hektar lahan lebak. Dari luasan tersebut, sekitar 4,186 juta hektar lahan pasang surut sudah direklamasi dan sekitar 0,73 juta hektar lahan lebak diusahakan sebagai areal pertanian.

Berbagai pengalaman dan hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan mengelola secara benar melalui penerapan teknologi tepat guna, lahan rawa yang dianggap marginal dapat diubah menjadi lahan pertanian produktif. Namun demikian, karena lahannya rapuh terutama dengan adanya berbagai masalah fisiko-kimia tanahnya, maka pengembangannya untuk pertanian pada suatu kawasan luas perlu dilakukan secara cermat dan hati-hati dengan memilih teknologi yang sesuai dengan karakteristik wilayahnya. Kekeliruan dalam mereklamasi dan mengelola lahan ini akan membutuhkan biaya besar guna merehabilitasinya serta sulit untuk memulihkan seperti kondisi semula.

Untuk mendukung pengembangan pertanian di lahan rawa, pemerintah melalui lembaga penelitian dan perguruan tinggi telah melakukan kegiatan penelitian di beberapa lokasi lahan rawa Kalimantan dan Sumatera selama sekitar 25 tahun. Badan Litbang Pertanian melalui Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa dan berbagai Proyek Penelitian juga telah melakukan kegiatan penelitian secara intensif sejak pertengahan tahun 1980-an. Berbagai informasi jenis dan varietas tanaman adaptif lahan rawa serta komponen teknologi usahatannya sudah dihasilkan dan berbagai paket teknologi usahatani lahan rawa juga sudah direkam (Ismail *et al.*, 1993; Suprihatno *et al.*, 1999; Alihamasyah *et al.*, 2000; Ananto *et al.*, 2000; Alihamasyah *et al.*, 2001, Alihamasyah *et al.*, 2003; Hilman *et al.*, 2003).

KARAKTERISTIK DAN MASALAH PENGEMBANGAN LAHAN

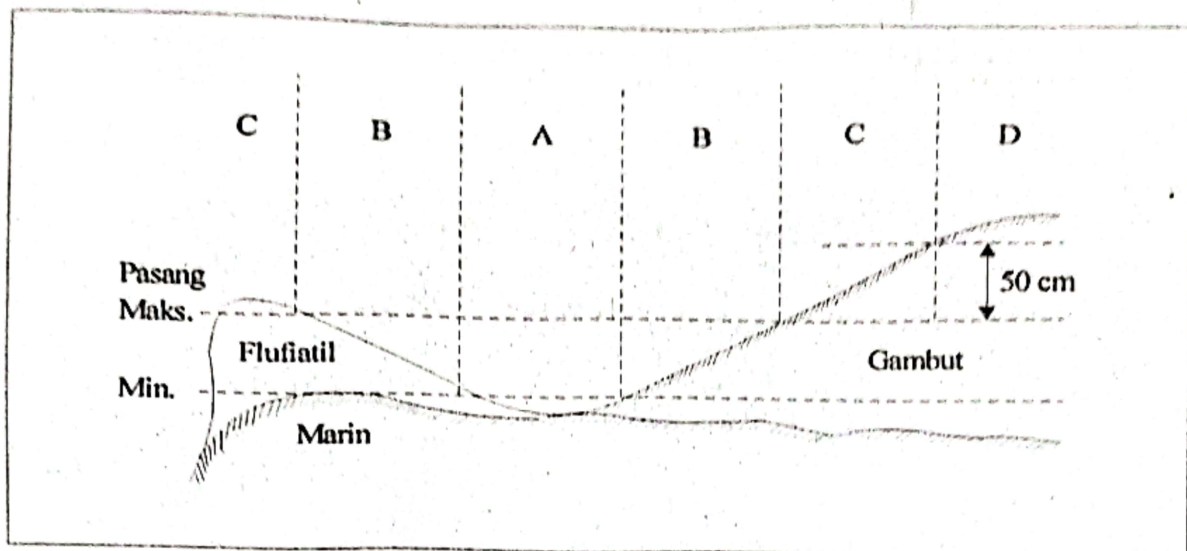
Tipologi Lahan dan Luapan atau Genangan Air

Lahan pasang surut adalah lahan yang rejim airnya dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut atau sungai. Berdasarkan sifat kimia air pasangannya, lahan pasang surut oleh Widjaya Adhi *et al.* (1992) dibagi menjadi dua zone, yaitu zone pasang surut salin dan zone pasang surut air tawar. Sedangkan untuk keperluan praktis pengembangannya, Widjaya Adhi (1986) mengelompokkan lahan pasang surut menjadi empat tipologi utama menurut macam dan tingkat masalah fisiko-kimia tanahnya, yaitu : lahan potensial, lahan sulfat masam (bisa berupa sulfat masam potensial dan sulfat masam aktual), lahan gambut (bisa berupa bergambut, gambut dangkal, gambut sedang, gambut dalam dan gambut sangat dalam) dan lahan salin.

Selain menurut tipologinya, lahan pasang surut juga dikelompokkan berdasarkan jangkauan air pasang, yang dikenal dengan tipe luapan air, yaitu tipe luapan air A, B, C dan D yang ilustrasinya disajikan pada Gambar 1. Lahan bertipe luapan A terluapi air pasang baik pada pasang besar maupun pasang kecil, sedangkan lahan bertipe luapan B hanya terluapi air pada pasang besar saja. Lahan bertipe luapan C tidak terluapi air pasang tapi kedalaman air tanahnya kurang dari 50 cm, sedangkan lahan bertipe luapan D tidak terluapi air pasang tapi kedalaman air tanahnya lebih dari 50 cm.

Karakteristik dan Masalah Fisiko-Kimia Tanah

Hasil analisis tanah dari berbagai tipologi dan tipe luapan air di lahan pasang surut Kalimantan Selatan dan Tengah oleh Vadari *et al.* (1990) dan Noor *et al.* (1992) menunjukkan adanya keragaman sifat tanahnya dan rendahnya tingkat kesuburan alami tanahnya dengan tekstur yang umumnya tergolong liat (Tabel 1). Selanjutnya hasil pengamatan dinamika hara tanahnya yang dilakukan oleh Sarwani dan Shamshudin, (1998) memperlihatkan bahwa kelarutan unsur toksik seperti Fe, Al, SO_4 di dalam air mencapai puncaknya pada minggu-minggu awal setelah hujan dengan pH yang sangat masam ($\text{pH} < 3,5$) dan berangsur-angsur menurun sampai mendekati musim kemarau.



Gambar 1. Ilustrasi tipe luapan air di lahan pasang surut

Masalah fisiko-kimia lahan dalam pengembangan tanaman pangan di lahan pasang surut menurut Sarwani *et al.* (1994) dan Adimihardja *et al.* (1998) meliputi : genangan air dan kondisi fisik lahan, kemasaman tanah dan asam organik pada lahan gambut tinggi, mengandung zat beracun dan intrusi air garam, kesuburan alami tanah rendah dan keragaman kondisi lahan tinggi.

Tabel 1. Sifat fisiko-kimia tanah di lapisan 0-30 cm pada berbagai tipologi dan tipe luapan air di lahan pasang surut Kalimantan Selatan dan Tengah.

Sifat fisiko-kimia tanah	Lahan potensial tipe A	Lahan sulfat masam			Lahan gambut tipe C
		Tipe B	Tipe C	Tipe B/C	
pH	5,31	3,94	3,70-3,69	3,46-4,74	4,3
C-organik (%)	4,55	9,75	7,10-7,50	46,97	-
N-total (%)	0,20	0,59	0,27-0,48	0,12-0,21	0,38
P2O5 tersedia (ppm)	25,3	-	0,25-23,55	1,57	7,87
EC (uS/cm)	561,5	172,0	301,0	40,0	-
Kation tertukar :					
K (cmol/kg)	0,70	0,40	0,32	2,04	0,72
Na (cmol/kg)	4,65	0,15	0,39	2,76	0,29
Al (cmol/kg)	0,60	7,50	13,25	5,21	3,95
Kejenuhan basa (%)	81	26	-	4,40-28,78	-
Tekstur :					
Liat (%)	56	36	56	54	Hemik
Debu (%)	43	61	43	45	Hemik
Pasir (%)	1	3	1	1	Hemik

Sumber : Vadari *et al.* (1990) dan Noor dan Saragih (1993).

Genangan air menjadi kendala pengembangan terutama pada lahan pasang surut bertipe luapan A yang karena keadaan topografinya menyulitkan pembuangan airnya. Tingginya kemasaman tanah yang dicirikan oleh rendahnya pH tanah mempengaruhi keseimbangan reaksi kimia dalam tanah dan

ketersediaan unsur hara dalam tanah terutama fosfat. Zat beracun yang umum dijumpai di lahan pasang surut adalah aluminium (Al), besi (Fe), hidrogen sulfida (H_2S) dan air garam atau natrium. Keracunan Al biasanya terjadi pada kondisi tanah kering dan disertai dengan kahat P, karena P diikat menjadi aluminium fosfat yang tidak larut. Besi ferro biasanya terdapat berlebihan pada lahan sulfat masam yang tergenang air. Hidrogen sulfida (H_2S) dapat terjadi pada tanah sulfat masam yang banyak mengandung bahan organik sebagai hasil reduksi sulfat dalam tanah yang tergenang. Rendahnya tingkat kesuburan alami tanah di lahan pasang surut berkaitan erat dengan karakteristik lahannya. Lahan gambut memiliki kekurangan unsur mikro terutama Zn, Cu, dan Bo, sedangkan lahan sulfat masam umumnya memiliki ketersediaan P yang rendah karena besarnya fiksasi oleh Al dan Fe menjadi senyawa kompleks.

OVERVIEW HASIL UTAMA PENELITIAN

Hasil penelitian mencakup aspek : penataan lahan dan sistem tata air, jenis komoditas dan varietas toleran, pengelolaan lahan, ameliorasi dan pemupukan, pengendalian OPT, penanganan panen dan pasca panen serta sistem usahatani yang diuraikan berikut ini merupakan review dan sistesis hasil penelitian yang dilakukan oleh berbagai lembaga terutama Badan Litbang Pertanian.

Penataan Lahan dan Sistem Tata Air

Penataan lahan dan sistem tata air merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan pengembangan pertanian di lahan pasang surut dalam kaitannya dengan optimalisasi pemanfaatan dan pelestarian sumberdaya lahannya (Widjaya Adhi dan Alihamsyah, 1998). Lahan pasang surut dapat ditata sebagai sawah, tegalan dan surjan disesuaikan dengan tipe luapan air dan tipologi lahan serta tujuan pemanfaatannya (Tabel 2). Secara umum terlihat bahwa lahan bertipe luapan A karena selalu terluapi air hendaknya ditata sebagai sawah, sedangkan lahan bertipe luapan B dapat ditata sebagai sawah atau surjan. Lahan bertipe luapan B/C dan C karena tidak terluapi air pasang tetapi air tanahnya dangkal dapat ditata sebagai sawah tadah hujan atau surjan bertahap dan tegalan, sedangkan untuk lahan bertipe luapan D ditata sebagai sawah tadah hujan atau tegalan dan kebun. Penataan lahan sistem surjan dalam usahatani di lahan rawa memegang peranan penting karena memiliki beberapa keuntungan, antara lain : (1) intensitas penggunaan lahan meningkat, (2) beragam produksi pertanian dapat dihasilkan, (3) resiko kegagalan panen dapat dikurangi, dan (4) stabilitas produksi dan pendapatan meningkat.

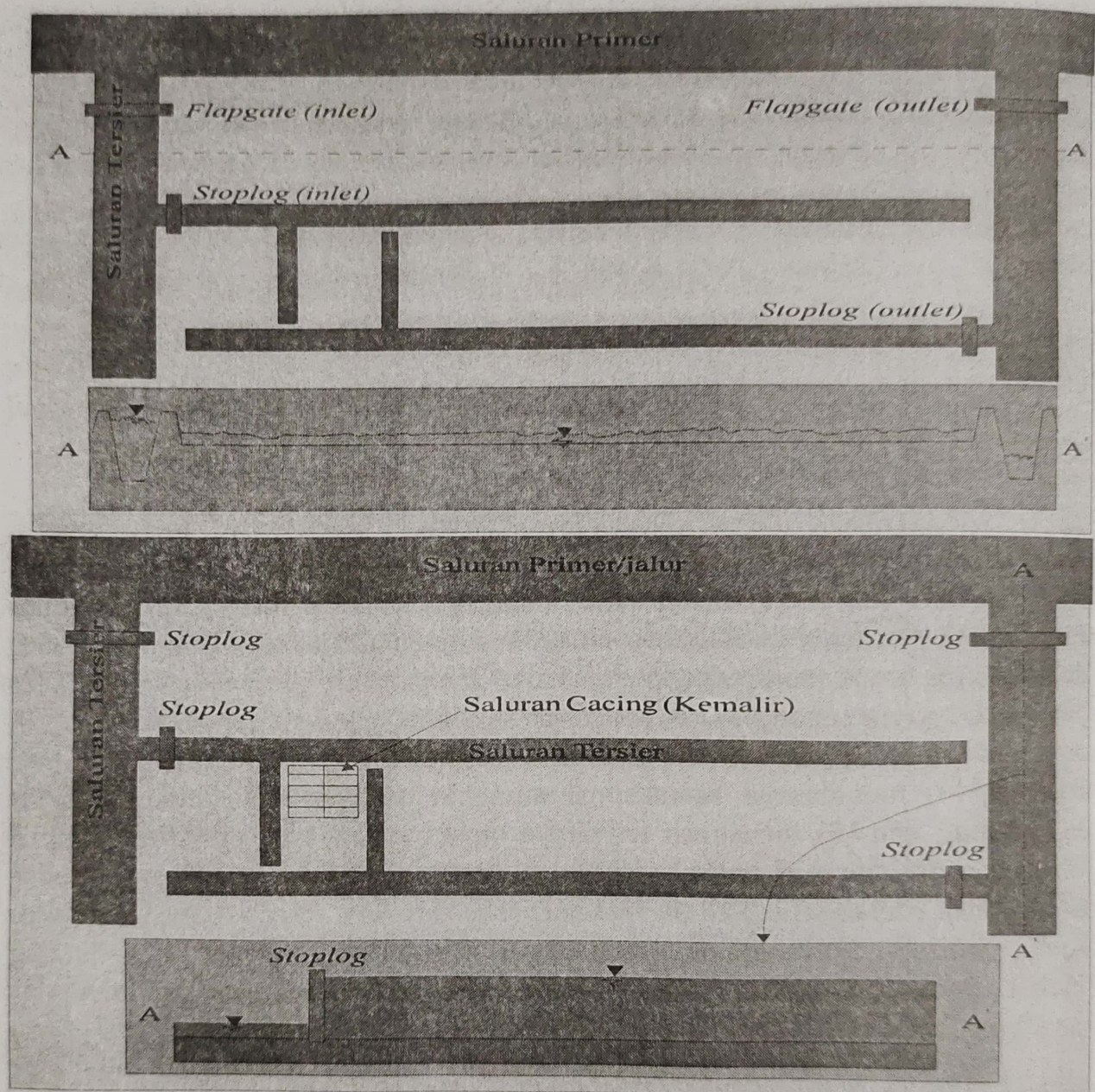
Tabel 2. Acuan penataan lahan pada pengembangan pertanian di lahan rawa

Tipologi lahan	Tipe luapan air			
	A	B	C	D
Potensial	Sawah	Sawah/surjan	Sawah/surjan/tegalan	Sawah/tegalan/kebun
Sulfat	Sawah	Sawah/surjan	Sawah/surjan/tegalan	Sawah/tegalan/kebun
masam				
Bergambut	Sawah	Sawah/surjan	Sawah/tegalan	Sawah/tegalan/kebun
Gambut	Sawah	Sawah	Tegalan/kebun	Tegalan/kebun
dangkal				
Gambut	-	Konservasi	Tegalan/perkebunan	Perkebunan
sedang				
Gambut	-	Konservasi	Tegalan/Perkebunan	Perkebunan
dalam				
Salin	Sawah/Tambak	Sawah/Tambak	-	-

Sumber : Widjaya Adhi (1995) dan Alihamsyah *et al.* (2000).

Sistem tata air di lahan rawa khususnya lahan pasang surut ditujukan selain untuk memenuhi kebutuhan air selama penyiapan lahan dan pertumbuhan tanaman juga untuk memperbaiki sifat fisiko-kimia tanah, yaitu dengan jalan : (1) memanfaatkan air pasang untuk pengairan sesuai dengan kebutuhan tanaman; (2) mencegah masuknya air asin ke petakan lahan; (3) mencuci zat-zat beracun bagi tanaman; (4) mengurangi semaksimal mungkin terjadinya oksidasi pirit pada tanah sulfat; dan (5) mencegah terjadinya proses kering tak balik pada gambut (Widjaya Adhi dan Alihamsyah, 1998). Sistem tata air yang teruji baik di lahan pasang surut adalah sistem aliran satu arah (*one way flow system*) dan sistem tabat (*dam overflow*). Sketsa kedua sistem tata air tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Penerapan sistem tata air ini perlu disesuaikan dengan tipologi lahan dan tipe luapan air serta komoditas yang diusahakan.

Pada lahan bertipe luapan air A diatur dalam sistem aliran satu arah, sedangkan pada lahan bertipe luapan B diatur dengan *sistem aliran satu arah* dan *tabat*, karena air pasang pada musim kemarau sering tidak masuk kepetakan lahan. Sistem tata air pada bertipe luapan C dan D ditujukan untuk menyelamatkan air, karena sumber air hanya berasal dari air hujan. Oleh karena itu, saluran air pada sistem tata air di lahan bertipe luapan C dan D perlu ditabat dengan pintu stoplog untuk menjaga permukaan air tanah agar sesuai dengan kebutuhan tanaman serta memungkinkan air hujan tertampung dalam saluran tersebut. Penerapan penataan lahan dan sistem tata air tersebut menurut Sarwani. (2001), selain dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas lahan, juga dapat meningkatkan intensitas penggunaan lahan dan penerapan beragam pola tanam serta pendapatan masyarakat.



Gambar 2 dan 3. Ilustrasi tata air sistem satu arah dan tabat di lahan tipe C.
Sumber : Subagyo *et al.* (1999)

Jenis dan Varietas Tanaman Adaptif

Dari hasil pengujian dan pengalaman lapang, Badan Litbang telah mengidentifikasi jenis komoditas dan varietas tanaman yang dapat tumbuh dan berkembang baik di lahan rawa, baik berupa varietas unggul lokal maupun varietas unggul nasional. Tanaman yang bisa dikembangkan di lahan rawa meliputi : tanaman pangan (padi, jagung, kedelai, kacang tanah, kacang hijau dan ubi-ubian), tanaman sayuran (tomat, cabai, timun, kacang panjang, terong, buncis, kubis, bawang merah, waluh, dan aneka sayuran cabut seperti sawi,

slada, bayam dan kangkung), tanaman buah-buahan (nenas, semangka, timun suri, jeruk, rambutan dan pisang), tanaman perkebunan (kelapa, kelapa sawit, kopi, lada dan jahe) (Ismail *et al.*, 1993). Disamping itu untuk mendukung pengembangan komoditas pertanian di lahan pasang surut, Badan Litbang pertanian juga telah menghasilkan berbagai varietas unggul tanaman yang adaptif di lahan pasang surut (Ismail *et al.*, 1993; Suwarno *et al.*, 1993; Suprihatno *et al.*, 1999; Alihamsyah *et al.*, 2000; Alihamsyah *et al.*, 2001; Hilman *et al.*, 2003; Alihamsyah *et al.*, 2003).

Khusus untuk padi, varietas unggul yang beradaptasi baik di sawah lahan pasang surut yang tingkat kemasaman dan kadar besinya tidak terlalu tinggi adalah Kapuas, Cisanggarung, Cisadane, Cisokan, IR42 dan IR66. Hasil padi varietas unggul ini dapat mencapai 3-6 ton/ha. Sedangkan untuk lahan yang kemasaman dan kadar besinya tinggi dapat digunakan beberapa varietas unggul lokal seperti Talang, Ceko, Mesir, Jalawara, Siam Lemo, Siam Unus, Siam Pandak, Semut, Pontianak, Sepulo, Pance, Salimah, Jambi Rotan dan Tumbaran. Varietas padi ini dapat memberikan hasil 2-3 ton/ha dengan umur 120-150 hari. Daftar jenis dan varietas tanaman adaptif lahan rawa terutama lahan pasang surut disajikan pada Tabel 3 dan 4 yang menunjukkan bahwa beragam pilihan jenis dan varietas tanaman pangan dapat dikembangkan di lahan rawa disesuaikan dengan preferensi pasar atau konsumen sangat prospektif.

Tabel 3. Varietas unggul padi rawa pasang surut yang telah dilepas sampai tahun 2002

Nama varietas	Tahun dilepas	Umur (hari)	Potensi hasil (t/ha)	Ketahanan hama	Ketahanan penyakit
Barito	1981	140-145	4,5-5,0	tahan Wck-1	cukup tahan bakteri hawar daun (BHD)
Mahakam	1983	135-140	3-4	peka Wck-1,2,3	cukup tahan BHD
Kapuas	1984	127	3	tahan Wck-1	cukup tahan BHD
Musi	1988	135-140	4,5	tahan Wck-2	tahan 8 ras blas & BHD
Sei Lilin	1991	115-125	5-6	agak tahan Wck-2	cukup peka blas
Lematang	1991	125-130	5-6	tahan Wck1	cukup tahan blas
Lalan	1996	125-130	5-6	tahan Wck	cukup tahan blas
Banyuasin	1996	115-120	5-6	tahan Wck-3	tahan bercak coklat & blas
Batanghari	1999	125	5-6	tahan Wck-1,2	hawar daun & blas
Dendang	1999	125	3-5	tahan Wck-1,2	agak tahan blas & bercak coklat
Indragiri	2000	117	4,5-5,5	tahan Wck-2	tahan blas & hawar daun
Punggur	2000	117	4,5-5	tahan Wck-2,3	tahan blas
Margasari	2000	120-125	3-4	agak tahan Wck-2	tahan blas leher
Martapura	2000	120-125	3-4	-	tahan blas leher
Air Tenggulang	2001	125	5	tahan Wck	tahan blas & hawar daun
Siak Raya	2001	120	5	tahan Wck-IR26	tahan blas leher & bercak coklat
Lambur	2001	115	3,99	agak tahan Wck-3	tahan blas daun
Mendawak	2001	115	3,98	agak tahan Wck-3	agak tahan blas daun

Pengelolaan Tanah

Penyiapan lahan dengan pengolahan tanah di lahan rawa diperlukan selain untuk memperbaiki kondisi lahan menjadi lebih seragam dan rata dengan adanya penggemburan atau pelumpuran dan perataan, juga untuk mempercepat proses pencucian bahan beracun dan pencampuran bahan ameliorasi maupun pupuk dengan tanah (Widjaja Adhi, 1995). Pengolahan tanah yang memberikan hasil baik dari segi fisik lahan dan hasil tanaman adalah dengan bajak singkal atau tajak diikuti oleh rotari atau glebeg yang dikombinasikan dengan herbisida (Ar-Riza dan Saragih, 2001). Khusus pada tanah mineral yang keras dan berbongkah atau pada lahan bergambut, sebaiknya tanah diolah sampai gembur atau melumpur dengan mencampurkan lapisan gambut dan tanah mineral dibawahnya (Djajusman *et al.*, 1995).

Bila tanahnya sudah gembur atau melumpur dan rata, yang umumnya terdapat pada lahan bertipe luapan air A dan B dan lebak tengahan, pengolahan tanah secara intensif tidak diperlukan tetapi diganti dengan pengolahan tanah minimum atau tanpa olah tanah (TOT) yang dikombinasikan dengan penggunaan herbisida. Hasil penelitian Proyek Swamps II menunjukkan bahwa penggunaan Paraquat dan Diuron dengan dosis 4 l/ha atau Paraquat dan Diuron dicampur dengan 2,4-D amine dengan dosis 3 dan 1,5 l/ha sebelum pengolahan tanah mampu menekan populasi gulma sampai 95% dan memberikan hasil padi paling tinggi (Ismail *et al.*, 1993). Hasil penelitian Balittra (2001) juga menunjukkan bahwa sistem TOT disertai penyemprotan herbisida Glyfosat sebanyak 6 l/ha pada lahan sulfat masam dan bergambut yang sudah melumpur selain dapat mengurangi waktu kerja 70-75% juga meningkatkan hasil padi. Hasil ini memperlihatkan bahwa perlu atau tidaknya dilakukan pengolahan tanah pada lahan pasang surut sangat tergantung kepada kondisi lahannya. Walaupun pengolahan diperlukan tapi tidak harus dilakukan setiap musim tanam, karena pengolahan tanah yang dilakukan selang dua musim tanam tidak menurunkan hasil tanaman.

Tabel 4. Jenis dan varietas tanaman toleran lahan pasang surut

Jenis tanaman	Varietas	Daya toleransi	Hasil (ton/ha)
Jagung	Arjuna, Kalingga, Wiyasa, Bisma, Bayu, Antasena, C-3, C-5, Semar, Sukmaraga, H6, Bisi Dua	Sedang	4-5
Kedelai	Wilis, Rinjani, Lokon, Dempo, Galunggung, Slamet, Lawit, Merbabu, Petek, Kerinci, Tampomas, Tanggamus, Menyapa	Sedang	1,5-2,4
Kacang tanah	Gajah, Pelanduk, Kelinci, Singa, Jerapah, Komodo, Mahesa	Tahan	1,8-3,5
Kacang hijau	Betet, Walet, Gelatik	Tahan	1,5
Tomat	Intan, Permata, Berlian, Mirah, AV-22, Ratna	Sedang	10-15
Cabai	Tanjung-1, Tanjung-2, Barito, Bengkulu, Tampar, Keriting, Rawit Hijau dan Putih	Sedang	4-6
Terong	Mustang, Kopek Ungu, Ungu Panjang, No. 4000	Tahan	30-40
Kubis	KK Cross, KY Cross, Grand 33	Sedang	20-25
Kacang panjang	Super King, Pontianak, KP-1, KP-2	Tahan	15-28
Buncis	Horti-1, Horti-2, Prosector, Farmer Early, Green Leaf	Sedang	6-8
Timun	Saturnus, Mars, Pluto	Sedang	35-40
Bawang merah	Ampenan, Bima, Menteng, Sumenep, Kuning	Sedang	4,1-7,6
Sawi	Asveg#1, Sangihe, Talaud, Tosakan, Putih Jabung, Sawi Hijau, Sawi Huma, No. 82-157	Tahan	15-20
Slada	New Grand Rapids	Sedang	12-15
Bayam	Maestro, Giti Hijau dan Merah, Cimangkok, Kakap Hijau	Sedang	10-12
Kangkung	LP-1, LP-2, Sutera	Sedang	25-30
Semangka	Sugar Baby, New Dragon	Sedang	15-25
Nenas	Madu, Bangka, Paun	Tahan	40
Jahe	Merah	Sedang	20-24
Kencur		Sedang	21,6
Kelapa	Kelapa	Tahan	2,5-4,1
	Dalam Riau		Kopra
Kelapa sawit		Tahan	19

Sumber : Alihamsyah *et al.* (2003).

Ameliorasi dan Pemupukan

Pemberian bahan ameliorasi atau bahan pembenah tanah dan pupuk merupakan faktor penting untuk memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan produktivitas lahan rawa. Bahan pembenah tanah tersebut dapat berupa kapur atau dolomit maupun bahan organik atau abu sekam dan serbuk kayu gergajian atau limbah pertanian lainnya. Hasil penelitian Anwar dan Noor (1994), Anwar dan Alwi (1994), Sarwani dan Noor (1993), menunjukkan bahwa pemberian kapur sebanyak 1-2 t/ha mampu meningkatkan hasil padi, kedelai, jagung dan kacang tanah. Takaran bahan ameliorasi secara tepat selain tergantung kepada kondisi lahan terutama pH tanah dan kandungan zat beracun, juga kepada tanaman yang akan ditanam. Untuk keperluan praktis, secara umum pemberian kapur sebanyak 0,5-3 ton/ha di lahan pasang surut sudah cukup memadai.

Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada lahan rawa adalah pemberian pupuk disesuaikan ketersediaan hara di dalam tanah dan varietas yang ditanam. Dari serangkaian kegiatan penelitian pengelolaan hara dan pemupukan oleh Lande dan Supriyo (1990), Simatupang *et al.* (1994), Anwar *et*

al. (1994), Simatupang dan Nurita (1997), Anwar dan Alwi (1998), Pane dan Hasanuddin (1998), Alihamsyah dan Ananto, (1998), Balittra (1999), Balittra (2001), Ar-Riza *et al.* (2001) untuk padi dan oleh Anwar dan Arifin (1993), Alwi dan Arifin (1995), Noor dan Raihan (1997) dan Proyek Swamps II yang disarikan oleh Ismail *et al.* (1993) untuk palawija, dapat disintesisakan takaran pupuk untuk tanaman padi dan palawija seperti pada Tabel 5. Untuk varietas lokal, hasil penelitian Balittra (1997) menunjukkan bahwa tanaman padi varietas lokal yang dikenal sebagai varietas yang tidak tanggap terhadap pemupukan, ternyata dengan pemberian pupuk 60 kg N +60 kg P₂O₅ + 50 kg K₂O/ha dapat meningkatkan hasil sebesar 42-77% dari 2 t/ha. Sedangkan dari serangkaian penelitian pemupukan berdasarkan status hara tanah untuk tanaman padi varietas yang kurang tanggap terhadap pupuk N seperti varietas Margasari oleh Balittra (2002) menyimpulkan hasil seperti pada Tabel 6. Sedangkan dari hasil penelitian pemupukan pada tanaman hortikultura dan kelapa di lahan pasang surut oleh Proyek Swamps II (Ismail *et al.*, 1993) menyimpulkan takaran pupuk untuk tanaman tersebut seperti pada Tabel 7. Ketiga Tabel tersebut mengindikasikan bahwa ada keragaman takaran amelioran dan pupuk antar tipologi lahan maupun tanaman. Untuk efisiensi, penentuan jenis dan takaran pupuk maupun bahan ameliorasi yang tepat hendaknya dilakukan uji tanah.

Tabel 5. Takaran amelioran dan pupuk pada tanaman padi dan palawija di lahan pasang surut

Tanaman	Tipologi lahan	Takaran amelioran dan pupuk (kg/ha)			
		Kapur/abu gergajian	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Padi	Potensial	0	45-90	22,5-45	50
	Sulfat masam	1000-3000	67,5-135	45-70	50-75
	Gambut **)	1000-2000	45	60	50
Kedelai	Potensial	500-1000	22,5 *)	22,5	30
	Sulfat masam	1000-2000	22,5 *)	45	50
	Gambut	1000-2000	22,5 *)	45	50
Jagung	Potensial	0	67,5	45-90	50
	Sulfat masam	500	90	45-90	50
	Gambut **)	500	67,5	45	50
Kacang tanah	Potensial	500-1000	22,5	30	50
	Sulfat masam	1000-2000	22,5	60	50
	Gambut	1000-2000	22,5	45	50
Kacang hijau	Potensial	0	22,5	45	50

*) Perlu diberi rhizobium sebanyak 15 g/kg benih.

**) Ditambah 5 kg/ha CuSO₄ dan ZnSO₄.

Sumber : Alihamsyah (2003).

Tabel 6. Takaran pupuk yang dianjurkan untuk tanaman padi varietas Margasari berdasarkan status hara tanah di lahan sulfat masam

Status hara tanah	Takaran pupuk (kg/ha)	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
P-rendah dan K-sedang	67,5	30
P-sedang dan K-sedang	18,75-37,5	30-60
P-tinggi dan K-sedang	10,25	30
P-sedang dan K-tinggi	37,5	11,5
P-tinggi dan K-tinggi	0	11,25

Keseimbangan hara N, P, K dan Ca sangat penting dalam pengelolaan hara dan pemupukan khususnya di lahan pasang surut. Hasil penelitian Sarwani (1997), Simatupang *et al.* (1994) dan Ar-Riza *et al.* (2001), menunjukkan bahwa untuk memperoleh hasil optimal, unsur hara harus diberikan secara lengkap (N, P, K) dan Ca (Gambar 4). Dengan pemberian hara secara lengkap dapat meningkatkan hasil dari 0,64 menjadi 4,24 t/ha.

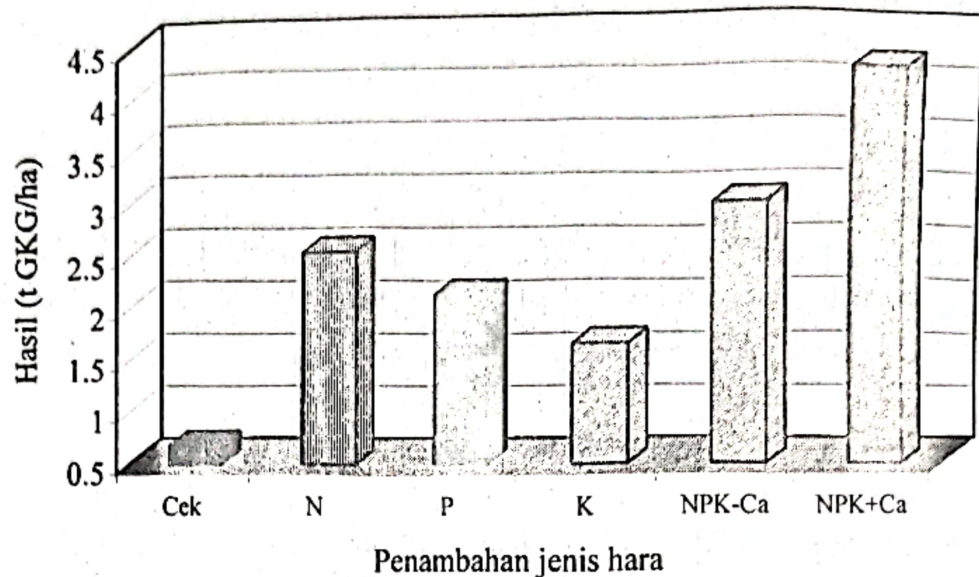
Tabel 7. Takaran pupuk pada tanaman hortikultura dan kelapa di lahan pasang surut

Tanaman	Tipologi	Takaran amelioran dan pupuk (kg/ha)				
		Kapur	Pupuk kandang	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Cabai	Potensial	0	5000	67,5	90	50
	Sulfat masam	1000-2000	5000	67,5	112,5	50
	Gambut *)	1000-2000	5000	45	90	60-90
Tomat	Potensial	500	5000	135	90	60
	Sulfat masam	1000-2000	5000	135	90	60
	Gambut	1000-2000		90	90	60
Bawang merah	Potensial	0	10000	90	90	75
	Sulfat masam	1500	10000	90	90	75
	Gambut	1500	5000	90	90	75
Sawi	Potensial	0	5000	90	90	75
	Sulfat masam	1000	5000	90	90	75
Semangka	Potensial/salin		10000	0,027	0,020	0,006
Kelapa ***)	Sulfat masam	0,800		0,675	0,3375	0,750

*) Ditambah 0,5 g CuSO₄/l air dan 1 g ZnSO₄/l air.

**) Satuan per pohon dan ditambah 50 g CuSO₄ dan ZnSO₄ per pohon.

***) Satuan per pohon dan ditambah 60 g kieserit/pohon.



Gambar 4. Pengaruh pemberian hara N,P,K dan Ca terhadap hasil gabah pada lahan sulfat masam.

Sumber : Sintesa dari Sarwani (1997); Simatupang *et al.* (1994) dan Ar-Riza *et al.* (2001).

Pengelolaan Bahan Organik

Pemanfaatan biomasa gulma dan limbah pertanian untuk sumber hara dan pembenah tanah merupakan salah satu cara murah dan mudah serta ramah lingkungan dan mampu mengatasi masalah makin mahal dan langkanya pupuk serta sekaligus meningkatkan produktivitas lahan rawa, sehingga upaya itu digalakkan. Sejumlah gulma mempunyai potensi sebagai bahan organik karena selain kandungan haranya cukup tinggi, pertumbuhannya juga sangat cepat. biomasnya sebanyak 1,85-2,76 ton bahan kering/ha. Kompos gulma berasal dari sepecies *Eleocharis acutangula* (Purun), *Panicum repens* L (Bura-bura/Punyangan), *Rhynchospora corymbosa* L (Kerisan) mengandung 31,74 % C-organik; 1,96 % N; 0,68 % P, dan 0,64 % K.

Pemberian bahan organik dalam jangka panjang tidak saja mampu mempertahankan lahan dari proses degradasi, tetapi juga memperbaiki kualitasnya, sehingga produktivitasnya tidak menurun dari tahun ke tahun. Teknik pemberiannya dapat dengan cara dibusukkan kemudian diberikan sebagai pupuk organik atau diberikan sebagai mulsa. Hasil penelitian Jumberi *et al.* (1998) menunjukkan bahwa pemberian jerami padi sebanyak 4 t/ha yang dikomposkan dengan *Trichoderma reseei* di lahan sulfat masam dapat mengurangi kandungan besi dan sulfat serta meningkatkan ketersediaan unsur K dan hasil padi. Pemberian kompos eceng gondok atau kangkung liar rawa maupun abu sekam di lahan lebak dapat meningkatkan lengas tanah dan

permeabilitas tanah serta kandungan C-organik, N-total, P-tersedia dan K-dd maupun hasil jagung. Pemberian abu sekam padi sebanyak 1,8 t/ha di lahan lebak memberikan hasil kedelai tertinggi. Sedangkan di lahan sulfat masam, pemberian kangkung liar rawa atau eceng gondok dan abu sekam sebanyak 1,8 t/ha dapat meningkatkan hasil jagung setara dengan bila bahan organik tersebut dikombinasikan dengan pupuk buatan berupa 30 kg P_2O_5 /ha dan 25 kg K_2O /ha.

Pengendalian OPT

Adanya perbedaan tipe luapan atau genangan air menyebabkan adanya perbedaan hama, penyakit dan gulma di lahan rawa. Menurut Sastraatmadja *et al.* (1992) dan Santoso (1998), hama utama yang menyerang tanaman padi adalah tikus, babi hutan, wereng coklat, orong-orong, penggerek batang, hama putih palsu dan walang sangit, sedangkan pada jagung adalah babi hutan dan lalat bibit serta pada kedelai adalah lalat bibit, ulat grayak, penggerek polong dan pengisap polong. Penyakit tanaman padi yang perlu diwaspadai di lahan pasang surut adalah bercak coklat, blas, busuk leher dan hawar pelepah daun, sedangkan pada tanaman jagung adalah bulai dan pada tanaman kedelai adalah karat dan hawar daun bakteri.

Dua faktor penyebab utama tingginya intensitas serangan hama dan penyakit adalah (1) kedekatan lokasi lahan pasang surut dengan hutan terutama lahan yang baru dibuka, dan (2) sempitnya areal pertanaman varietas unggul sehingga serangan hama dan penyakit terkonsentrasi. Pada dasarnya pengendalian hama dan penyakit diarahkan kepada pengendalian yang mengacu pada strategi pengelolaan hama terpadu (PHT), yaitu melalui penggunaan varietas tahan dan musuh alami, teknik budidaya yang baik dan sanitasi lingkungan. Penggunaan pestisida kimiawi dilakukan sebagai tindakan terakhir, sebagai contoh adalah pengendalian hama tikus terpadu yang strateginya disajikan pada Tabel 8. Strategi pengendalian tikus tersebut didasarkan kepada 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.

Tabel 8. Strategi dan taktik pengendalian terpadu hama tikus di lahan pasang surut

Stadia tanaman padi	Komponen teknologi pengendalian				
	Gropyokan	Umpan beracun	Fumigasi	SPP	Perangkap bambu
Bera	x	x	x		
Persemaian	x	x	x		
Anakan aktif			x	x	
Bunting			x	x	x
Bermalai			x		x
Panen			x		x

SPP : Sistem pagar perangkap untuk 1 ha dengan 40 buah bagi 20 ha tanaman padi.

Sumber : Balittra (2001).

Untuk mendukung sistem pengendalian hama dan penyakit secara ramah lingkungan dengan mengurangi penggunaan pestisida kimiawi telah dihasilkan beragam pestisida nabati dan biologi. Diantaranya : mercon untuk fumigasi pada pengendalian tikus (Balittra 2001); *Trichoderma harzianum* isolat Kalimantan Selatan untuk penyakit hawar pelepah daun padi dan jagung serta layu semai kedelai (Balittra, 2001 dan 2002); ekstrak rimpang lengkuas dan daun sirih, lada dan jambu biji untuk penyakit blas (Balittra, 2001) dan bercak kacang tanah (Balittra 2002); feromonoid seks untuk hama perusak daun kedelai (Saleh *et al.*, 1999).

Gulma merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan dan hasil padi, karena perkembangannya cepat dan subur serta dapat menurunkan hasil padi sampai 74,2 %. Gulma yang banyak dijumpai di lahan pasang surut tipe luapan C dan D adalah gulma darat seperti alang-alang, gerinting dan babadotan, sedangkan pada lahan bertipe luapan A adalah gulma air seperti eceng, semanggi, jajagoan dan jujuluk serta pada lahan bertipe luapan B adalah gulma darat dan gulma air (Noor dan Ismail, 1995). Selain secara tradisional, pengendalian gulma juga dapat dilakukan dengan herbisida. Gulma pada pertanaman padi dan kedelai dapat dikendalikan dengan Diuron 80 WP, Metachlor 500 EC, Oxyfluorfen 2EC, Oxadiazon 25 EC. Pemberian herbisida tersebut masing-masing dengan dosis 0,5; 2; dan 2 l/ha pada 1 hari setelah tanam diikuti dengan penyiangan secara manual pada 35 HST dapat memberantas gulma secara efektif (Tabel 9). Hasil penelitian Yusuf *et al.* (1993) pada padi sawah di lahan gambut memperlihatkan hasil serupa, yaitu penyiangan dengan herbisida DMA 6 dosis 1,5 l/ha diikuti dengan cara manual pada 30 HST memberikan hasil sama dengan penyiangan secara manual dua kali.

Tabel 9. Persentase penutupan gulma dan hasil padi pada berbagai sistem pengendalian gulma di lahan pasang surut Karang Agung pada MH 94/95

Perlakuan	Dosis (l/ha)	Pemberian (HST)	Penutupan gulma (%)		Hasil padi (t/ha)	
			Potensial	Gambut	Potensial	Gambut
Tanpa disiang	-	-	100	90	0,53	2,50
Disiang 2 X	-	21 dan 42	10	5	2,70	4,15
Diuron 80WP + disiang 1X	0,5	1 dan 35	15	-	3,50	-
Metolachlor 500EC + disiang 1X	2,0	1 dan 35	15	10	3,48	4,05
Oxyfluorfen 2EC + disiang 1X	1,0	1 dan 35	15	10	3,46	4,55
Oxadiazon 25EC + disiang 1X	2,0	1 dan 35	15	10	3,20	4,30

Sumber : Noor dan Ismail (1995).

Alat dan Mesin Pertanian Pra dan Pasca Panen

Salah satu alternatif pemecahan masalah tenaga kerja di lahan rawa adalah mengembangkan alat dan mesin pertanian (alsintan) yang sesuai dan layak terutama untuk kegiatan yang membutuhkan tenaga kerja banyak, seperti penyiapan lahan, pananaman, panen dan pasca panen. Disamping itu, dengan dominannya lahan dengan tipe luapan B/C dan C maka kadang-kadang diperlukan bantuan pompa air. Peran pengembangan alsintan bukan hanya untuk meningkatkan luas garapan tetapi juga produktivitas dan efisiensi sumberdaya, menekan kehilangan hasil, dan nilai tambah produk serta memperluas kesempatan kerja.

Penyiapan lahan yang umum dilakukan di lahan rawa terutama lahan pasang surut adalah dengan tebas yang banyak memerlukan waktu kerja. Penggunaan traktor mulai berkembang, sebagai upaya meningkatkan luas garapan dan produktivitas lahan. Tipe traktor yang digunakan harus disesuaikan dengan daya dukung tanah dan kedalaman lapisan pirit. Beberapa jenis traktor yang dapat digunakan di lahan pasang surut dan lebak dangkal antara lain traktor tangan dan traktor kura-kura. Traktor tangan cocok untuk semua tipologi lahan dan tipe luapan air, tergantung tipe alat pengolah tanahnya, sedangkan penggunaan traktor kura-kura hanya cocok pada lahan berlumpur dangkal dan gulmanya tidak terlalu lebat. Kapasitas kerja traktor tangan pada pengolahan tanah sawah lahan pasang surut sekitar 17 jam/ha dengan kedalaman olah kurang dari 20 cm.

Untuk mengatasi kendala tenaga kerja penanaman, Ahmad *et al.* (1997) telah mencoba alat tanam benih langsung (ATABELA) tipe drum 8 baris di Karang Agung Ulu yang hasilnya memperlihatkan kinerja (kebutuhan jam kerja,

benih dan penyiangan) lebih baik dari pada sistem tanam pindah, yaitu hanya sekitar 16 jam/ha. Disamping itu, biayanya lebih murah dibanding cara tanam pindah. Penggunaan pompa air tipe sentrifugal ukuran 8 inci untuk mengairi padi pada musim kemarau di lahan pasang surut potensial dengan tipe luapan C ternyata menunjukkan pertumbuhan tanaman yang baik dan menguntungkan (Proyek ISDP, 1996).

Kehilangan hasil tanaman di lahan pasang surut masih tinggi dan mutunya rendah, karena belum baiknya penanganan panen dan pasca panen, disebabkan oleh musim panen bersamaan dengan musim hujan serta kendala terbatasnya tenaga kerja dan peralatan atau mesin. Penggunaan alsintan panen dan pasca panen seperti alat panen, mesin perontok (*power thresher*) dan pengering (*dryer*) merupakan salah satu cara efektif untuk mengatasi kendala tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sabit bergerigi untuk panen padi dapat mengurangi kebutuhan waktu kerja dari 388 jam/ha menjadi 130 jam/ha dengan susut hasil dan hasil padi yang relatif tidak berbeda (Balittra, 2001). Alternatif lain yaitu menggunakan mesin panen tipe sisir (*stripper*) yang selain dapat mengurangi kebutuhan waktu kerja panen dari 225 jam/ha menjadi 8,5 jam/ha juga gabah tercecer dari 10,5% menjadi 2,2% (Balittra, 2001).

Penggunaan *power thresher* selain dapat meningkatkan kapasitas kerja dari 34,5 kg/jam menjadi 224,5 kg/jam juga mengurangi kehilangan hasil dari 4,5 % menjadi 3,3 % dengan hasil padi yang relatif tidak berbeda (Balittra, 2001). Hasil serupa juga ditunjukkan oleh Ananto *et al.* (1999), bahwa penggunaan *power thresher* multikomoditas model TH-6 dapat menyingkat waktu perontokan dari 18 hari/ha dengan cara manual menjadi 12 jam/ha dengan biaya jasa sewa lebih murah.

Hasil pengujian pengeringan di Delta Telang dan Delta Saleh oleh Sutrisno *et al.* (1999) menunjukkan bahwa penggunaan *dryer* pada pengeringan gabah dapat mempersingkat waktu pengeringan menjadi sekitar 8–9 jam dan meningkatkan mutu gabah dan beras (Tabel 10). Redemen beras giling dari gabah hasil pengeringan *dryer* adalah 62,09%, sedangkan gabah hasil penjemuran hanya 59,6%. Untuk jagung dan kedelai, hasil pengujian terhadap alat pengering sederhana berbahan bakar serbuk kayu gergajian atau sekam oleh Balittra menunjukkan bahwa alat tersebut dapat menurunkan kadar air kedelai brangkasian dari 26,27% menjadi 17,12% selama 4 jam dengan biji rusak dan keriput masing-masing sebesar 3,3% dan 10,4% (Alihamsyah *et al.*, 2001).

Tabel 10. Mutu beras dari gabah hasil pengeringan jemur dan pengeringan *dryer* di Delta Telang dan Delta Saleh, tahun 1999

Komponen mutu (%)	Sci Lalan		IR42		IR64		Rata-rata		Standar BULOG	
	J	D	J	D	J	D	J	D		
Butir utuh	34,53	67,32	37,06	52,40	21,49	64,86	34,83	64,75	Minimum	35
Butir patah	52,53	25,78	52,15	41,23	27,27	22,74	43,58	24,65	Maksimum	25
Butir menir	4,65	2,35	5,48	2,02	7,23	2,94	5,87	2,75	Maksimum	2
Butir hijau/kapur	8,27	4,35	4,64	4,27	15,97	8,13	8,29	5,01	Maksimum	3
Butir kuning	0,00	0,20	0,57	0,00	28,04	0,99	7,2	0,29	Maksimum	3
Benda asing	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	Maksimum	0,05
Butir gabah	0,02	0,00	0,12	0,08	0,00	0,34	0,04	0,12		

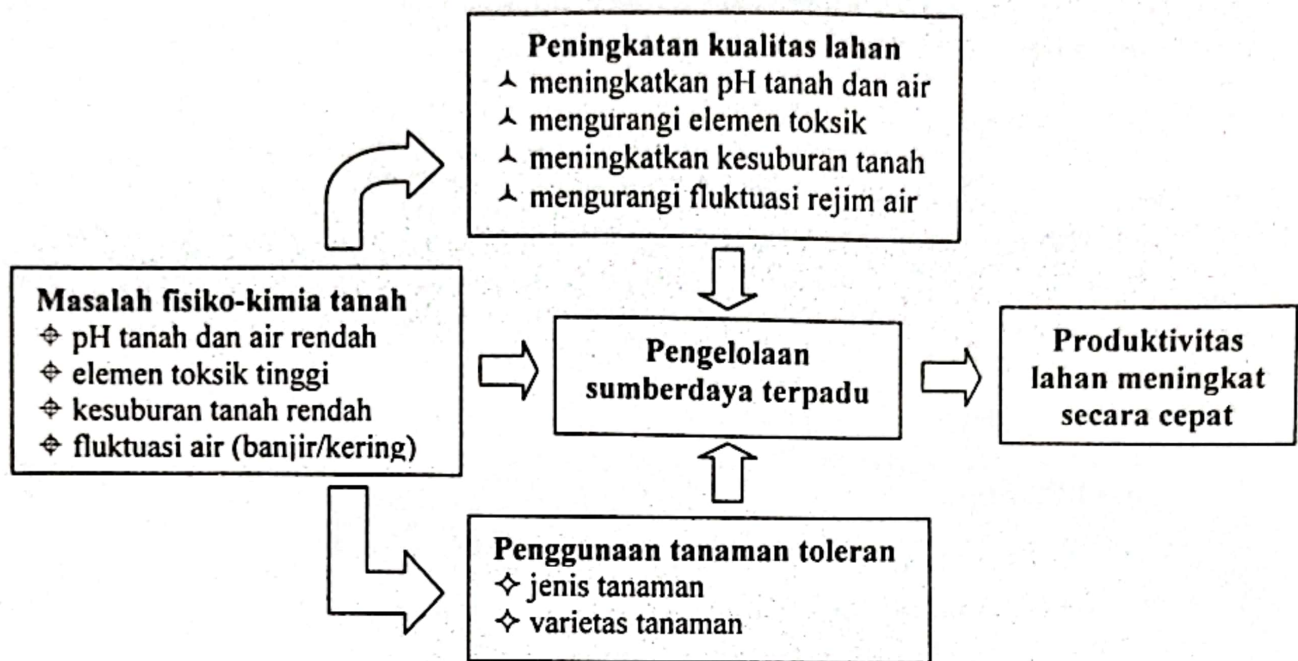
J = Jemur D = Dryer

Sumber : Sutrisno *et al.* (1999).

Percepatan Peningkatan Produktivitas Lahan

Dalam memanfaatkan lahan rawa, khususnya lahan sulfat masam sebagai sumber areal produksi pertanian, Alihamsyah *et al.* (2002) mengajukan tiga pendekatan, yaitu : (1) memperbaiki kondisi lahan dengan menerapkan teknologi pengelolaan lahan berupa pengelolaan air, tanah, bahan ameliorasi, dan hara; (2) menggunakan tanaman dan varietas toleran kondisi lahan dan preferensi petaninya; dan (3) memadukan keduanya secara serasi. Pendekatan pertama agak mahal dan lebih sulit karena memerlukan tambahan tenaga, sarana dan biaya tetapi hasilnya baik, sedangkan pendekatan yang kedua adalah mudah dan murah tetapi hasilnya sub-optimal. Pendekatan yang ketiga adalah alternatif terbaik karena selain dapat memperbaiki kualitas dan produktivitas lahan juga memberikan hasil yang optimal dengan biaya yang relatif lebih murah.

Penerapan teknologi pengelolaan sumberdaya di lahan rawa khususnya lahan sulfat masam secara parsial, selain memerlukan input dan biaya lebih tinggi, juga dampaknya lama terhadap peningkatan produktivitas lahan sehingga hasilnya tidak optimal dan keberlanjutan penerapannya oleh petani sangat rendah. Oleh karena itu, konsepsi dasar teknologi percepatan peningkatan produktivitas lahan rawa yang tepat untuk dilaksanakan adalah yang mengacu kepada *pendekatan pengelolaan sumberdaya terpadu*. Konsep tersebut didasarkan kepada pemaduan secara komplementer antara upaya peningkatan kualitas lahan sampai tingkat tertentu dengan input serendah mungkin dan penggunaan tanaman yang toleran pada tingkat kualitas tersebut (Gambar 5). Upaya ini secara tidak disadari sebenarnya sudah dilakukan oleh petani lokal dengan indigineous knowledge-nya. Teknologi pengelolaan sumberdaya terpadu adalah memadukan teknologi pengelolaan sumberdaya yang berupa tanah, air, bahan ameliorasi, pupuk dan tanaman secara serasi dan sinergi. Penerapan teknologi tersebut selain dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas lahan secara lebih cepat, juga dapat meningkatkan efisiensi produksi dengan biaya yang relatif lebih murah.



Gambar 5. Konsep dasar pendekatan terpadu untuk meningkatkan produktivitas lahan rawa

Hasil kajian oleh Proyek ISDP (1997) pada dem area teknologi pertanian lahan sulfat masam yang sudah lama direklamasi tetapi tidak diusahakan dengan baik (cekaman sedang) di Karang Agung Ulu menunjukkan bahwa penerapan secara terpadu dari teknologi penataan lahan sistem surjan, penyiapan lahan dengan pengolahan tanah, pengelolaan air sistem aliran satu arah dan tabat, ameliorasi menggunakan batuan fosfat, pemupukan berimbang serta penggunaan jenis dan varietas tanaman toleran, ternyata dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas lahan secara cepat. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan pH tanah maupun pengurangan kandungan Fe^{++} dan hasil rata-rata ubinan padi varietas Cisadane yang mencapai 6,26 ton GKP/ha. Hasil penelitian serupa didapat juga oleh Balittra pada tahun 2003 di lahan sulfat masam aktual Belandean dengan kriteria cekaman 'berat' melalui penerapan secara terpadu dari teknologi tata air sistem aliran satu arah dan pemberian kompos jerami padi serta varietas padi toleran (Margasari) ternyata mampu meningkatkan kualitas dan produktivitas lahan secara cepat, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan pH tanah dan pengurangan konsentrasi besi tanah (Fe^{2+}) maupun besi dan SO_4 terlarut sedangkan hasil padi pada tahun pertama reklamasi lahan mencapai 3,43 t/ha.

Irigasi Tetes untuk Tanaman Sayuran

Tanaman sayuran berprospek untuk dikembangkan di lahan pasang surut karena dapat memberikan sumbangan pendapatan yang sangat berarti bagi keluarga petani. Umurnya yang pendek, dapat dijadikan sumber pendapatan mingguan bagi petani sebelum di dapatkan hasil panen dari padi dan/atau jeruk. Untuk budidaya sayuran diperlukan perlakuan yang lebih intensif dan ketersediaan air yang cukup.

Kelebihan yang belum dimanfaatkan secara optimal di lahan pasang surut yang tidak ditemui di lahan lainnya adalah air yang selalu tersedia. Walaupun demikian, air yang tersedia tersebut kualitasnya rendah, dimana pH air dapat < 3,0. Pada saat pasang tinggi selama 5-6 jam, hanya sekitar 2-3 jam pH air > 4,0 sehingga bila ingin dimanfaatkan sebagai air irigasi sebaiknya diperbaiki dulu kualitasnya.

Bekerjasama dengan FAO pada program SPFS (Special Program for Food Security), Balittra telah merakit seperangkat alat irigasi tetes yang sederhana yang dapat dilaksanakan oleh petani sayuran sebagai alat irigasi. Air dari jaringan tertier sebelum diberikan sebagai air irigasi, diperbaiki dulu kualitasnya dengan memberikan batu kapur yang direndam dalam drum. Dengan ratio volume air dan berat batu kapur 5:1, maka dalam waktu 10-12 jam pH air dapat mencapai 5,5 – 6,0. Dengan air yang telah diperbaiki, budidaya sayuran pada saat MK-2 (periode Juni-Agustus) dapat di laksanakan tanpa hambatan, sedangkan petani umumnya tidak bisa melaksanakannya karena kualitas air yang jelek serta biaya penyiraman yang mahal.

Hasil penelitian pada lahan pasang surut sulfat masam tipologi C menunjukkan bahwa pertumbuhan lima jenis sayuran (kubis, tomat, cabai, terung dan mentimun) dan hasilnya sangat menggembirakan yang tidak berbeda dengan hasil yang didapat pada musim lainnya. Kelebihan lainnya, harga pada saat itu lebih mahal.

Penelitian Jeruk di Lahan Tipologi B/C

Pengembangan jeruk Siam Banjar yang telah dilaksanakan di Kalimantan Selatan, umumnya di laksanakan di lahan rawa, baik lahan pasang surut maupun lebak. Walaupun sebagian sudah dikembangkan juga di lahan kering. Hasil buah jeruk yang kualitasnya tinggi, umumnya ditemui di daerah lahan lebak dan lahan pasang surut tipologi A.

Hasil survey pendahuluan yang dilaksanakan Balittra di sentra produksi jeruk Siam Banjar ditemukan adanya korelasi positif antara kualitas buah jeruk dengan unsur hara, terutama unsur Ca dan Mg.

Sekarang, pengembangan jeruk telah meluas ke daerah lahan pasang surut tipologi B, tetapi kualitasnya lebih rendah dibanding kualitas buah dari lahan

pasang surut tipologi A (daerah Sei. Madang dan Sei. Kambat) dan lahan lebak (daerah Sei. Tuan, Astambul) dan umur berproduksi ada kecenderungan lebih pendek. Buah jeruk yang dihasilkan dari lahan pasang surut tipologi B, rasanya lebih asam dan kulit buahnya relatif lebih tebal. Selain itu, ada gejala pada umur antara 10-12 tahun tanaman jeruk mati. Hasil diagnosis menunjukkan tanaman yang mati tersebut perakarannya sampai pada daerah yang sangat masam sehingga tidak mampu beradaptasi dengan lingkungannya.

Teknologi yang tersedia untuk mengatasi hal tersebut, salah satunya menanam bibit jeruk Okucang (Okulasi-cangkok) yang perakarannya dangkal. Balittra telah bekerjasama dengan Loka Penelitian Jeruk, Tlekung, Malang berusaha mencari varietas unggul jeruk Siam Banjar yang perakarannya toleran dengan kondisi lahan pasang surut dengan mencoba berbagai batang bawah. Saat ini telah didapatkan 2-3 klon yang memberikan harapan. Selain itu, Balittra mulai tahun 2005 akan melaksanakan penelitian untuk mengatur atau memperbanyak frekuensi dari buah jeruk, sehingga produktivitasnya akan meningkat yang akhirnya meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani di lahan pasang surut dan lahan lebak.

Perbaikan Kualitas Air Buangan

Dampak dari reklamasi lahan atau budidaya tanaman di lahan pasang surut terhadap lingkungan, terutama kualitas air buangan lebih bersifat negatif, karena dari kegiatan tersebut akan diusahakan mencuci unsur-unsur yang dapat meracuni seperti besi dan sulfat. Akibatnya, terjadi pemasaman lingkungan dan matinya atau kurang berkembangnya biota-biota air di sekitarnya.

Untuk mendapatkan teknologi yang ramah lingkungan, Balittra telah mendapatkan gulma lokal (purun tikus) yang digunakan sebagai biofilter yang dapat mengurangi konsentrasi besi dan sulfat serta meningkatkan pH air. Pengembangan penelitian selanjutnya masih sedang dilaksanakan. Hasil analisis jaringan menunjukkan bahwa purun tikus mampu menyerap besi yang sangat tinggi (1500 ppm), sedangkan batas kritis konsentrasi besi pada padi hanya 250 ppm. Dalam praktek *indigenous knowledge* oleh petani padi di lahan pasang surut dengan sistem pengolahan lahan dengan menebas gulma purun tikus. Diduga dari aktivitas ini ikut terangkut unsur besi yang dapat meracuni tanaman, sehingga mengurangi konsentrasi besi dalam tanah, selain telah dicucinya unsur tersebut oleh air hujan.

SISTEM USAHATANI DAN PENGEMBANGANNYA

Alternatif Sistem Usahatani

Sistem usahatani lahan rawa menurut Suprihatno *et al.* (1999) dan Alihamsyah *et al.* (2000), hendaknya didasarkan kepada sistem usahatani terpadu yang bertitik tolak kepada pemanfaatan hubungan sinergistik antar subsistemnya agar pengembangannya tetap menjamin kelestarian sumberdaya alamnya. Pemilihan sistem usahatani terpadu bersifat *spesifik* dan *dinamis*, sehingga pengembangannya disesuaikan dengan karakteristik biofisik lahan dan kondisi sosial ekonomi setempat serta kemampuan masyarakat dan prospek pasar. Usahataninya harus diarahkan kepada pengembangan aneka komoditas dalam suatu sistem usaha terpadu sesuai dengan kondisi lahan dan prospek pemasarannya. Penganekaragam komoditas ini perlu dilakukan untuk meningkatkan pendapatan dan mengurangi resiko kegagalan usahatani, khususnya bagi transmigran baru.

Dilihat dari pelaku dan tujuan pengembangannya, secara garis besar ada dua sistem usahatani terpadu yang cocok dikembangkan di lahan rawa, yaitu sistem usahatani berbasis tanaman pangan dan sistem usahatani berbasis komoditas andalan (Alihamsyah dan Ananto, 1998; Suprihatno *et al.*, 1999; Alihamsyah *et al.*, 2000). Sistem usahatani berbasis tanaman pangan ditujukan utamanya untuk menjamin keamanan pangan bagi petani, sedangkan sistem usahatani berbasis komoditas andalan dapat dikembangkan dalam skala luas dalam perspektif pengembangan sistem dan usaha agribisnis. Dari prospek pemasarannya, berbagai komoditas andalan yang memiliki keunggulan komparatif ataupun kompetitif dapat dikembangkan, antara lain : kelapa, kelapa sawit, lada, jahe, nenas, pisang, cabe, tomat, ternak ruminansia dan unggas, ikan patin, nila dan jelowat.

Sistem usahatani berbasis tanaman pangan sangat sesuai bagi program transmigrasi dan untuk petani kecil. Hasil penelitian dan pengembangan menunjukkan bahwa dengan menggunakan varietas adaptif dan teknik budi daya yang tepat, komoditas pangan khususnya padi dapat memberikan hasil tinggi. Padi sesuai ditanam pada berbagai tipe luapan air dan tipologi lahan, baik secara sawah, gogorancah maupun gogo, selain itu harganya relatif stabil. Sedangkan komoditas lainnya sebagai komoditas penunjang diusahakan dalam skala kecil untuk sumber tambahan pendapatan. Lahan pekarangan digunakan untuk rumah dan bila memungkinkan untuk kolam ikan serta ditanami beberapa tanaman sayuran, buah-buahan dan tanaman industri. Ternak dipelihara secara semi intensif dan untuk unggas bila memungkinkan dengan kandang diatas kolam (*longyam* dan *longtik*). Pada lahan yang cocok untuk tegalan atau surjan ditanam tanaman tahunan atau buah-buahan yang ditumpangsarikan dengan tanaman

pangan atau sayuran. Tanaman sayuran, ternak dan atau ikan digunakan sebagai sumber pendapatan jangka pendek, sedangkan tanaman tahunan sebagai sumber pendapatan jangka panjang.

Kelayakan Pengembangan

Hasil analisis usahatani eks-ante pada Ekspose Teknologi Pertanian Lahan Pasang Surut di Barito Kuala tahun 2003 menunjukkan bahwa melalui penerapan teknologi penataan dan pengelolaan lahan serta tanaman terpadu, maka pengembangan sistem usahatani terpadu antara tanaman padi dengan jeruk dan sayuran khususnya cabai di lahan pasang surut sulfat masam cukup layak secara ekonomi (Tabel 11). Sedangkan usahatani secara monokultur menunjukkan keragaan berbeda antar tanaman (Tabel 12). Pengembangan industri olahan hasil pertanian ditujukan terutama untuk meningkatkan nilai tambah, seperti kelapa menjadi kopra dan minyak kelapa atau cabai dan tomat menjadi sambal dan saus serta buah-buahan menjadi selai dan sirup atau buah-buahan dalam kaleng untuk ekspor. Pengembangan agroindustri dapat dilakukan oleh petani dalam skala rumah tangga atau oleh perusahaan besar, seperti industri aneka panganan dan pakan. Dengan demikian tampak bahwa pengembangan lahan rawa untuk pertanian bukan hanya dapat meningkatkan produksi tetapi juga diversifikasi produksi serta pendapatan dan bahkan pembukaan lapangan kerja.

Pendekatan dan Strategi Pengembangan

Pengembangan sistem usahatani di lahan rawa khususnya lahan sulfat masam dan gambut dalam skala luas perlu kehati-hatian mengingat sifat lahannya yang rapuh. Karena kesalahan dalam reklamasi dan mengelola lahan tersebut mengakibatkan rusaknya lahan dan lingkungan yang memerlukan biaya tinggi untuk memperbaikinya. Oleh karena itu, untuk optimalisasi dan pelestarian sumberdaya alamnya diperlukan strategi dan langkah pengembangan yang tepat, mulai dari perencanaan sampai kepada pelaksanaannya di lapangan (Damardjati dan Alihamsyah, 2000).

Berdasarkan hasil analisis dari informasi karakteristik dan kendala pengembangan lahan, teknologi tersedia dan prakondisi yang diperlukan serta pelajaran dari pengalaman pengembangan terdahulu, maka pengembangan sistem usahatani di lahan rawa perlu dilakukan melalui pendekatan *holistik* dan *partisipatif* dengan fokus optimalisasi pemanfaatan dan pelestarian sumberdaya (Alihamsyah, 2002). Pendekatan *holistik* mengandung makna bahwa pengembangan sistem usahatani dilakukan dalam suatu sistem terpadu yang sinergi dan serasi antar komponen atau subsistemnya, baik dalam aspek komoditas yang dikembangkan maupun teknologi yang digunakan serta pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pengembangannya. Pendekatan

partisipatif dimaksudkan pengikutsertaan partisipasi masyarakat dan berbagai pihak terkait mulai dari perencanaan sampai kepada pelaksanaannya. Dengan demikian, pihak yang terlibat akan merasa ikut bertanggung jawab terhadap pelaksanaan program atau kegiatan yang terkait dengan pengembangan sistem usahatani tersebut sehingga akan terjalin kerjasama dan rasa kebersamaan untuk saling berupaya mendukung keberhasilannya.

Tabel 11. Hasil analisis usahatani sistem surjan di lahan sulfat masam pada Ekspose Teknologi Pertanian Lahan Pasang Surut di Barito Kuala, 2003

Jenis tanaman	Biaya (Rp/ha)	Penerimaan (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)	R/C
Pola padi lokal pada tabukan dan jeruk + cabai pada guludan				
Padi lokal	856.000	2.910.000	2.054.000	3,40
Jeruk	1.162.000	10.070.000	8.908.000	8,67
Cabai	810.000	1.500.000	690.000	1,85
Jumlah	2.828.000	14.480.000	11.652.000	4,93
Pola padi – padi unggul pada tabukan dan jeruk + cabai pada guludan				
Padi unggul	3.794.000	6.984.000	3.190.000	1,84
Jeruk	1.162.000	10.070.000	8.908.000	8,67
Cabai	810.000	1.500.000	690.000	1,85
Jumlah	5.766.000	18.554.000	12.788.000	3,21

Tabel 12. Hasil analisis usahatani tanaman pangan dan sayuran di lahan sulfat masam pada Ekspose Teknologi Pertanian Lahan Pasang Surut di Barito Kuala, 2003

Jenis tanaman	Biaya (Rp/ha)	Penerimaan (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)	R/C
Tanaman pangan				
Padi lokal	1.103.300	3.750.000	2.647.000	3,40
Padi Margasari	2.499.000	4.500.000	2.001.000	1,80
Padi unggul	3.086.000	4.200.000	1.114.000	1,36
Kedelai	4.368.000	6.300.000	1.932.000	1,44
Kacang tanah	3.080.000	8.000.000	4.920.000	2,60
Kacang hijau	3.561.000	6.750.000	3.190.000	1,90
Jagung	2.400.000	4.000.000	1.600.000	1,67
Tanaman sayur *)				
Cabai	1.380.000	4.800.000	3.420.000	3,48
Tomat	1.231.000	7.680.000	6.449.000	6,24
Kubis	1.926.000	7.168.000	5.242.000	3,72
Timun	1.713.000	4.608.000	2.895.000	2,69
Buncis	1.820.000	3.072.000	1.252.000	1,69

*) Tanaman sayuran ditanam pada bagian guludan surjan seluas 0,224 ha/ha

Sejalan dengan pendekatan tersebut, maka strategi yang dapat digunakan dalam pengembangan sistem usahatani di lahan pasang surut menurut Alihamsyah (2002), adalah pengembangan *selektif* dan *bertahap*. *Selektif* bermakna bahwa wilayah dan komoditas yang akan dikembangkan di lahan pasang surut dipilih yang memiliki tingkat keberhasilan pengembangannya tinggi disesuaikan dengan tujuan dan teknologi sudah serta sumberdaya yang tersedia. *Bertahap* dimaksudkan bahwa pelaksanaan pengembangan sistem usahatani dan cakupan wilayahnya dilakukan secara bertahap dalam suatu rangkaian kegiatan yang sinergi sesuai dengan urutannya.

Unsur Pendukung dan Langkah Pengembangan

Unsur penunjang bagi keberhasilan dan keberlanjutan pengembangan teknologi hasil penelitian oleh petani di lahan rawa menurut Alihamsyah (2002), mencakup : (1) peta dan informasi karakteristik wilayah, (2) kemampuan dan partisipasi masyarakat, (3) ketersediaan sarana dan prasarana penunjang, (4) kebijaksanaan pemerintah.

Peta dan informasi karakteristik wilayah. Peta dan informasi karakteristik wilayah diperlukan untuk menentukan pola pemanfaatan lahan dan perakitan komponen teknologi pengelolaan lahan dan sistem usahatannya. Peta tersebut minimal memuat informasi penyebaran tipologi lahan dan tipe luapan atau genangan air serta sifat fisiko-kimia penting tanah dan air termasuk masalah biofisiknya. Apabila informasi ini tidak tersedia, maka tahap awal perlu dilakukan identifikasi dan karakterisasi wilayah di calon lokasi atau wilayah pengembangan.

Kemampuan dan partisipasi masyarakat. Untuk bisa diadopsi dan diterapkan, teknologi hasil penelitian tersebut perlu dimasyarakatkan kepada petani dan penyuluh melalui berbagai cara, antara lain pelatihan dan pembinaan secara intensif serta percontohan dan kunjungan lapang. Untuk efisiensi, pelatihan bisa dilakukan secara bertahap. Tahap pertama dilakukan kepada para penyuluh pertanian dan selanjutnya kepada para petani dan kelompoknya yang dilakukan oleh para penyuluh yang sudah dilatih disertai dengan berbagai percontohan. Materi pelatihan tidak hanya aspek teknologi tersebut saja, tetapi termasuk pula berorganisasi, kedisiplinan dan kekompakan serta kerjasama antar anggota kelompok dalam berusahatani. Kemampuan masyarakat khususnya petani, bukan hanya pengetahuan tapi juga permodalan untuk usahatannya. Oleh karena itu, perlu dukungan lembaga perkreditan atau keuangan yang dapat menyediakan modal usaha bagi petani secara cepat dengan prosedur yang sederhana dan mudah. Partisipasi masyarakat diperlukan dalam penerapan teknologi tidak hanya terbatas pada masyarakat petani dengan kelompoknya, tetapi juga pihak swasta atau pengusaha dan aparat pemerintah.

Sarana dan prasarana penunjang. Teknologi hasil penelitian baru bisa diterapkan dengan baik oleh petani apabila tersedia sarana dan prasarana penunjang yang memadai. Penerapan teknologi pengelolaan air perlu didukung oleh prasarana tata air makro yang sesuai, sedangkan untuk teknologi varietas, ameliorasi dan pemupukan perlu didukung oleh penyediaan benih bermutu, bahan ameliorasi dan pupuk yang memadai secara tepat jumlah, jenis dan waktu. Penerapan teknologi pengolahan tanah dan penanganan panen serta pasca panen memerlukan dukungan pengembangan alsintan berupa traktor, mesin panen dan perontok serta pengering, sedangkan penerapan teknologi pengendalian OPT memerlukan selain bahan pengendali OPT juga peralatan untuk aplikasinya. Tanpa penyediaan sarana dan prasarana yang memadai secara tepat dan terjangkau, penerapan teknologi hasil penelitian di lahan rawa tidak akan berjalan dengan baik. Dalam kaitan dengan penyediaan sarana dan prasarana ini diperlukan pengembangan kelembagaan agribisnis yang sesuai terutama dengan melibatkan kelompok atau koperasi petani dan pengusaha swasta lokal.

Kebijaksanaan pemerintah. Dari berbagai pengalaman pengembangan pertanian di daerah rawa menunjukkan bahwa kebijaksanaan yang perlu diperhatikan oleh pemerintah untuk mendukung pengembangan teknologi pertanian di lahan rawa secara berkelanjutan mencakup beberapa hal, terutama : (1) identifikasi dan karakterisasi daerah pengembangan potensial, (2) rehabilitasi dan peningkatan prasarana jaringan tata air, (3) peningkatan kemampuan petugas dan petani termasuk fasilitas dan sarana penyuluhan, (4) insentif harga yang layak serta fasilitas kredit dan permodalan, (5) penyediaan dan deregulasi tata niaga sarana produksi dan pemasaran hasil, (6) peningkatan atau pengembangan kelembagaan, terutama yang berakar dari masyarakat termasuk lembaga keuangan pedesaan dan jasa penyewaan alsintan, (7) pengembangan jaringan perhubungan antar wilayah, dan (8) peningkatan koordinasi dan keterpaduan kerja antar instansi terkait melalui pendekatan mekanisme fungsional maupun struktural.

PENUTUP

Lahan rawa di Indonesia memiliki potensi besar dan merupakan salah satu pilihan strategis sebagai areal produksi tanaman pangan guna mendukung peningkatan ketahanan pangan dan pengembangan agribisnis. Namun karena lahannya rapuh dengan berbagai masalah dan kendala yang kompleks, maka pengembangannya harus benar-benar dilakukan secara terencana, cermat dan hati-hati melalui penerapan teknologi tepat guna yang sudah tersedia. Pengembangan sistem usahatani di lahan rawa perlu mengacu kepada pendekatan *holistik* dan *partisipatif* dengan fokus optimalisasi pemanfaatan dan pelestarian

sumberdaya dengan strategi *selektif* dan *bertahap*. Komitmen, koordinasi dan sinkronisasi serta keterpaduan kerja antar pihak terkait khususnya Dinas Pertanian dan Kimpraswil serta Badan Litbang Pertanian dan petani atau kelompok tani maupun perbankan dan pihak swasta perlu diwujudkan secara nyata sejak perencanaan sampai kepada pelaksanaannya di lapangan agar tujuan dan sasaran pengembangannya dapat tercapai dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimihardja, A., K. Sudarman dan D. A. Suriadikarta. 1998. Pengembangan Lahan Pasang Surut : Keberhasilan dan kegagalan ditinjau dari fisiko kimia lahan pasang surut. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Balittra. Banjarbaru.
- Ahmad, D.R., Trip Alihamsyah dan E. Eko Ananto. 1997. Evaluasi berbagai cara tanam padi di lahan pasang surut Karang Agung. Laporan Proyek ISDP Tahun 1996/97.
- Alihamsyah, T. dan E. Eko Ananto. 1998. Sintesis hasil penelitian budidaya tanaman dan alsintan pada lahan pasang surut. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Balittra. Banjarbaru.
- Alihamsyah, T., E. E. Ananto, H. Supriadi, I. G. Ismail dan DE. Sianturi. 2000. Dwi Windu Penelitian Lahan Rawa : Mendukung Pertanian Masa Depan. Proyek Penelitian Pengembangan Pertanian Rawa Terpadu – ISDP. Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Alihamsyah, T., D. Nazemi, Mukhlis, I. Khairullah, H.D. Noor, M. Sarwani, H. Sutikno, Y. Rina, F.N. Saleh dan S. Abdussamad. 2001. Empat Puluh Tahun Balittra : Perkembangan dan Program Penelitian Ke Depan. Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa. Badan Litbang Pertanian. Banjarbaru.
- Alihamsyah, T. 2002. Optimalisasi pendayagunaan lahan rawa pasang surut. Makalah Seminar Nasional Optimalisasi Pendayagunaan Sumberdaya Lahan di Cisarua tanggal 6-7 Agustus 2002. Puslitbang Tanah dan Agroklimat.

- Alihamsyah, T. 2003. Hasil penelitian pertanian pada lahan pasang surut. Makalah Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Spesifik Lokasi, Jambi tanggal 18-19 Desember 2003.
- Alihamsyah, T., M. Sarwani, A. Jumberi, I. Ar-Riza, I. Noor dan H. Sutikno. 2003. Lahan Rawa Pasang Surut : Pendukung Ketahanan Pangan dan Sumber Pertumbuhan Agribisnis. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru.
- Alwi, M. dan M. Z. Arifin. 1995. Respon kacang tanah terhadap pemberian kalsit dan fosfat di lahan pasang surut tanah sulfat masam, sulfat masam bergambut dan gambut. Makalah pada Simposium Nasional dan Kongres VI Peragi. Jakarta, 25-27 Juni 1996.
- Ananto, E.E., Astanto, dan Sutrisno. 1999. Sistem panen dan pasca panen padi di lahan pasang surut. Laporan Proyek Pengembangan SUP Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan. 30p.
- Ananto, E.E., A. Supriyo, Soentoro, Hermanto, Y. Soelaeman, IW. Suastika dan B. Nuryanto. 2000. Pengembangan Usaha Pertanian Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan : Mendukung Ketahanan Pangan dan Pengembangan Agribisnis. P2SLPS2. Badan Litbang Pertanian.
- Anwar, K dan M. Z. Arifin. 1993. Takaran pupuk NPK pada kedelai di lahan sulfat masam bergambut. *Dalam* M. Noor *et al.*, (ed) Hasil penelitian Kedelai di Lahan Pasang Surut. Balai Penelitian Tanaman Pangan Banjarbaru.
- Anwar, K dan M. Noor. 1994. Pengaruh pemberian kapur dan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan pasang surut sulfat masam. Risalah Hasil Penelitian Kacang-kacangan 1990-1993. Balittan. Banjarbaru.
- Anwar, K. dan M. Alwi. 1994. Pengaruh pemberian kapur dan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan pasang surut sulfat masam tipe C. *Dalam* Risalah Penelitian Kacang-kacangan 1990-1993. Balittan. Banjarbaru.

- Anwar, K. M. Sarwani dan S. Saragih. 1994. Pengaruh pemberian hara makro dan mikro serta bahan amelioran terhadap pertumbuhan dan hasil padi di lahan pasang surut sulfat masam tipe B. *Dalam: I. Riza, S. Saragih, Mukhlis dan M. Noor. Prosiding Seminar Serelia Budidaya Padi dan Jagung*. Balittan. Banjarbaru.
- Anwar, K dan M. Alwi. 1998. Pemupukan N P dan K pada tanaman pangan di lahan rawa pasang surut. Makalah Penunjang Dalam Seminar Nasional Hasil Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Balittra, Puslitbangtan. Banjarbaru.
- Ar-Riza, I. dan S. Saragih. 2001. Pengelolaan tanah dan hara untuk budidaya padi di lahan rawa pasang surut. Makalah pada Monograf Pengelolaan Air dan Tanah di Lahan Pasang Surut. Balittra. Banjarbaru.
- Ar-Riza, I., Sardjijo dan Chaerudin. 2001. Pengaruh pemberian pupuk P dan K terhadap keragaan pertumbuhan dan hasil padi di lahan sulfat masam. Makalah pada Seminar Nasional pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Pupuk. Cisarua, 12-13 November 2001.
- Balittra. 1997. Laporan Tahunan 1996-1997. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Balittra
- Balittra. 1999. Laporan Tahunan 1998-1999. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Balittra
- Balittra. 2000. Laporan Tahunan 1999-2000. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Balittra
- Balittra. 2001. Laporan Tahunan 2000. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Balittra
- Balittra. 2002. Laporan Tahunan 2001. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Balittra
- Damardjati, D. dan T. Alihamisyah. 2000. Strategi pengembangan pertanian di lahan rawa untuk mendukung ketahanan pangan dan pengembangan agribisnis. *Dalam M. Sabran et al. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut*. Balittra. Banjarbaru.

- Djajusman, M. S. Sastraatmadja, I.G. Ismail dan IPG Widjaja Adhi. 1995. Penataan lahan dan pengelolaan air untuk meningkatkan produktivitas lahan sulfat masam. *Dalam*. Sunihardi, Arif Musaddad, T. Alihamsyah dan I.G. Ismail. Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Hilman, Y., A. Muharam dan A. Dimyati. 2003. Teknologi agro-produksi dalam pengelolaan lahan gambut. Makalah disajikan pada Lokakarya Nasional Pertanian Lahan Gambut, Pontianak 15-16 Desember 2003.
- Ismail, I.G., T. Alihamsyah, IPG Widjaja Adhi, Suwarno, T. Herawati, R. Thahir dan DE, Sianturi. 1993. Sewindu Penelitian Pertanian di Lahan Rawa : Kontribusi dan Prospek Pengembangan. Proyek Swamps II. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Jumberi, A., A. Supriyo dan S. Raihan. 1998. Penggunaan bahan amelioran untuk meningkatkan produktivitas tanaman pangan di lahan pasang surut. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Balittra. Banjarbaru.
- Lande, M and A. Supriyo. 1990. Improvement of growth environment in the effort to increase yield of peatland at Sakalagun, South Kalimantan. Paper presented at Fifth Meeting on the Cooperative Res. on Problem Soil, Nov 26-30. Bangkok.
- Noor, M dan S. Saragih. 1993. Peningkatan produktivitas lahan pasang surut dengan perbaikan sistem pengelolaan air dan tanah. Makalah Penunjang Pada Simposium Tanaman Pangan III, 23-24 Agustus 1993 di Bogor/Jakarta.
- Noor, E.S dan I.G. Ismail. 1995. Gulma dan pengendaliaannya dalam sistem usahatani di lahan pasang surut. Sistem Usaha Tani Berbasis Tanaman Pangan: Keunggulan komparatif dan kompetitif. Risalah Seminar Hasil Penelitian Sistem Usahatani dan Sosial ekonomi. Bogor, 4-5 Oktober 1994.
- Noor, A dan S. Raihan. 1997. Pengaruh pemupukan Fosfat dan Kalium terhadap pertumbuhan dan hasil jagung di lahan pasang surut. Prosiding Seminar Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Menyongsong Era Globalisasi. Peragi Komda Kalimantan Selatan.

- Nugroho, K. Alkasuma, Paidi, Wahyu Wahdini, Abdurachman, H. Suhardjo dan IPG. Widjaja Adhi. 1992. Peta areal potensial untuk pengembangan pertanian lahan rawa pasang surut, rawa lebak dan pantai. Proyek Penelitian Sumber Daya Lahan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Pane, H. dan A. Hasanudin. 1998. Perbaikan teknik budidaya padi di lahan pasang surut. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Munanjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Balittra. Banjarbaru.
- Proyek ISDP. 1996. Laporan Tahunan 1995/96. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Saleh, N., T. Adisarwanto, A. Kasno dan Sudaryono. 1999. Teknologi kunci dalam pengembangan kedelai di Indonesia. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV di Bogor tanggal 22-24 November 1999.
- Santoso, T. 1998. Permasalahan dan strategi pengendalian organisme pengganggu tanaman pertanian lahan rawa. Makalah "Seminar Tugas Akhir Konsultan pada Proyek ISDP" di Bogor tanggal 24 Juli 1998.
- Sarwani, M dan M. Noor. 1993. Sistem pengelolaan air dan pemberian kapur pada dua varietas kedelai di lahan pasang surut. Hasil Penelitian Kedelai di Lahan Pasang Surut. Balai Penelitian Tanaman Pangan.
- Sarwani, M., M. Noor, B. Prayudi dan IPG Widjaja Adhi. 1994. Penyusutan lahan gambut dan dampaknya terhadap produktivitas lahan pertanian di sekitarnya : Kasus Delta Pulau Petak, Kalimantan Selatan. Makalah Penunjang Pada Seminar Nasional 25 tahun Pemanfaatan Gambut dan Pengembangan Kawasan Pasang Surut, 14-15 Desember. Jakarta.
- Sarwani, M. 1997. NPK jangka panjang pada padi IR64 di lahan pasang surut sulfat masam. Prosiding Seminar Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Menyongsong Era Globalisasi. Peragi Komda Kalimantan Selatan. Banjarmasin.
- Sarwani, M. 2001. Penelitian dan pengembangan pengelolaan air di lahan pasang surut. Makalah pada Monograf Pengelolaan Air dan Tanah di Lahan Pasang Surut. Balittra. Banjarbaru.

- Sastraatmadja, S., Zakiah, A. Mukelar, A. Rochman dan J. Sujitno. 1992. Hama dan penyakit tanaman dalam sistem usahatani lahan pasang surut serta usaha-usaha pengendaliannya. *Dalam* Soetjipto Partohardjono dan Mahyudin Syam. Eds. "Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak". Cisarua, 3-4 Maret 1992.
- Simatupang, R.S., I.Ar-Riza dan Y. Raihana. 1994. Pengaruh takaran, bentuk dan waktu pemupukan nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil padi di lahan potensial. Pros. Serealia I. Budidaya Padi Lahan Pasang Surut dan Lebak. Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa. Banjarbaru. hlm. 81-90.
- Simatupang, R.S. dan Nurita. 1997. Pengaruh pemberian N,P dan K terhadap pertumbuhan dan hasil padi di lahan potensial. Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa. Banjarbaru.
- Subagyo, K., I.W.Suastika dan E.E. Ananto. 1999. Penataan lahan dan tata air mikro pengembangan SUP lahan pasang surut Sumatera Selatan. Badan Litbang Pertanian Jakarta.
- Suprihatno, B., T. Alihamsyah, dan E.E. Ananto. 1999. Teknologi pemanfaatan lahan pasang surut dan lebak untuk pertanian tanaman pangan. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV di Bogor tanggal 22-24 November 1999.
- Sutrisno, Astanto, dan E. Eko Ananto. 1999. Pengaruh cara pengeringan gabah terhadap rendemen dan mutu beras di lahan pasang surut. Laporan Proyek Pengembangan SUP Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan. 22p.
- Suwarno, T. Suhartini dan I. Sahi. 1992. Pengembangan varietas tanaman pangan untuk lahan pasang surut. *Dalam* Soetjipto Partohardjono dan Mahyudin Syam. Eds. "Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak". Cisarua, 3-4 Maret 1992.
- Widjaya Adhi. IPG. 1986. Pengelolaan lahan pasang surut dan lebak. Jurnal Litbang Pertanian V(1), Januari 1986. Badan Litbang Pertanian.

- Widjaya Adhi, I. P. G., K. Nugroho, D.S. Ardi, dan A.S. Karama. 1992. Sumber daya Lahan Pasang Surut, Rawa, dan Pantai : Potensi, Keterbatasan dan Pemanfaatan. *Dalam* prosiding "Pertemuan Nasional Pengembangan Lahan Pertanian Pasang Surut dan Rawa. Cisarua, 3-4 Maret 1992.
- Widjaya Adhi, IPG., IGM. Subiksa, K. Soebagiono dan D. Ardi. 1993. Pengelolaan tanah dan air lahan rawa : Suatu Tinjauan Hasil Penelitian Proyek Swamps II. Bogor, 19-20 Februari 1993. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Widjaya Adhi, I P.G. 1995. Pengelolaan tanah dan air dalam pengembangan sumberdaya lahan rawa untuk usahatani berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Makalah Pelatihan Calon Pelatih untuk Pengembangan Pertanian di Daerah Pasang Surut, 26-30 Juni 1995, Karang Agung Ulu, Sumatera Selatan.
- Widjaya Adhi, IPG. dan T. Alihamsyah. 1998. Pengembangan lahan pasang surut : potensi, prospek dan kendala serta teknologi pengelolaannya untuk pertanian. Prosiding Seminar Nasional Himpunan Ilmu Tanah Jawa Timur. Malang, 18 Desember 1998.
- Yusuf, A., Nusyirwan dan E. Rusdi. 1993. Penyiangan gulma padi sawah secara manual dan kimiawi di lahan gambut. Kegiatan Hasil Penelitian Teknologi Produksi dan Pengembangan Sistem Usahatani di Lahan Rawa. Proyek ISDP. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.