

Seri Edisi Khusus : No. 1/VIII/1991

Sumberdaya Rawa Indonesia dalam Pengembangan Pertanian Tanaman Pangan



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami
Sukarami, 1991

SERI EDISI KHUSUS, Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami, merupakan media yang bersifat tinjauan dan review hasil-hasil penelitian, serta bertujuan menyampaikan hasil penelitian dan pengembangan tanaman pangan.

Penerbitan ini dikelola oleh Badan Pengelola yang terdiri atas :

Penanggung jawab

Zulkifli Zaini

Kepala Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami

Dewan Redaksi

Ketua

Agusli Taher

Anggota

Zul Irfan

Abdul Aziz

Buharman B.

Redaksi Pelaksana

Syamsurizal



Alamat

Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami

Kotak Pos 34, Padang Telp. (0755) 21054

Solok, Sumatera Barat

Seri Edisi Khusus : No. 1/VIII/1991

Sumberdaya Rawa Indonesia dalam Pengembangan Pertanian Tanaman Pangan

Oleh

**Agusli Taher
Amrizal Yusuf
Zadry Hamzah
Zulkifli Zaini**



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami
Sukarami, 1991**

SUMBERDAYA RAWA INDONESIA DALAM PENGEMBANGAN PERTANIAN TANAMAN PANGAN

Agusli Taher, Amrizal Yusuf, Zadry Hamzah, dan Zulkifli Zaini

PENDAHULUAN

Di awal kebijakan pengembangan rawa, pemerintah mencanangkan satu tujuan yaitu pemanfaatan sumberdaya alam bagi produksi bahan pangan. Perkembangan selanjutnya menemukan proyek pengembangan daerah rawa yang makin serbaguna. Kesarbágunaannya dapat dipilah dalam aspek: (1) produksi pertanian, (2) transmigrasi, (3) pengembangan wilayah, dan (4) Hankamnas, yang berkaitan dengan pengembangan pertahanan garis luar.

Kawasan rawa Indonesia diperkirakan seluas 39,4 juta hektar, sebagian besar tersebar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Irian Jaya. Pengalaman selama empat Pelita pertama menunjukkan bahwa sumberdaya rawa cukup potensial. Di beberapa wilayah, seperti Riau, Sumatera Selatan, Kabupaten Merauke-Irian Jaya, Kabupaten Pesisir Selatan-Sumatera Barat, dan beberapa kawasan di Kalimantan, kedudukan rawa bahkan sangat penting karena merupakan sumberdaya lahan utama untuk pengembangan pertanian dan wilayah masa depan.

Menurut Direktorat Rawa Dirjen Pengairan PU (1984), dari 39,4 juta hektar daerah rawa di Indonesia, hanya 9,4 juta hektar yang sesuai untuk usaha pertanian. Hingga saat ini, 1,2 juta hektar diantaranya telah dimanfaatkan.

Pada kawasan rawa ditemukan dua jenis lahan yang luas sebarannya, yaitu gambut dan sulfat masam. Kedua jenis lahan ini dianggap marginal, karena memiliki beberapa kendala biofisik yang sukar diatasi. Kendala tersebut menyebabkan penggunaannya tidak saja berakibat jelek terhadap lahan itu sendiri, tetapi juga pada lingkungannya terutama perairan dihilirnya (Widjaya Adhi, 1990).

Meskipun demikian, temuan-temuan penelitian telah berhasil mengantisipasi sebagian kendala tersebut melalui perbaikan teknik ameliorasi lahan, serta penemuan komoditas dan varietas unggul terhadap agro-ekosistem rawa.

POTENSI DAN KENDALA SUMBERDAYA RAWA

Sumberdaya rawa di Indonesia terdiri dari rawa pantai (pasang surut) 7,0 juta hektar dan rawa pedalaman 32,4 juta hektar (Tabel 1). Dua juta hektar rawa pasang surut berupa lahan sulfat masam, lahan marginal yang paling berat kendalanya.

luas lahan

Tabel 1. Perkiraan sumberdaya rawa di Indonesia (ha)

Pulau	Rawa pasang surut	Rawa pedalaman	Jumlah
Sumatera	2.345.000	10.866.000	13.211.000
Kalimantan	2.268.000	10.496.000	12.763.000
Sulawesi	84.000	358.000	469.000
Irian Jaya	2.303.000	10.677.500	12.985.500
Total	7.000.000	32.424.500	39.424.500

Sumber : Mulyadi (1977).

Diantara 39,4 juta hektar kawasan rawa Indonesia, hampir 70% (27 juta hektar) adalah tanah gambut. Dengan luasan tersebut, Indonesia menjadi negara ketiga terluas gambutnya di dunia, setelah Sovyet dan Kanada.

Lahan gambut juga dianggap marginal dan sukar dijinakkan. Hingga saat ini, para pakar memberi patokan bahwa gambut yang lebih tebal dari 1,5 meter tidak layak untuk pertanian. Di lain pihak, lebih dari 60% kawasan gambut di beberapa propinsi di Indonesia mempunyai kedalaman lebih dari 1,5 meter (Tabel 2).

Untuk Riau, Jambi, dan Kalimantan Barat, kedudukan gambut tebal ini sangat menyolok, berkisar antara 60 - 90%. Di Lunang Sumatera Barat ditemukan gambut dengan ketebalan 7 m (Taher *dkk.* 1985). Ismunadji dan Soepardi (1982) melaporkan bahwa di Sumatera ditemukan gambut setebal 11 m. Sedangkan Driessen dan Soepratohardjo (1974) menyebutkan bahwa gambut setebal 15 m bisa dijumpai di sepanjang pantai Sumatera.

Lahan Pasang Surut

Lahan pasang surut dikategorikan sebagai lahan marginal dengan pengertian bahwa potensi produksinya dibatasi oleh kendala fisik dengan variabilitas tinggi dan kendala sosial-ekonomi yang besar. Kendala fisik termasuk kemasaman tanah serta kandungan Al dan Fe terlarut tinggi, intrusi garam, dan adanya bahan-bahan beracun. Variabilitas tinggi menyangkut pasang surut air harian, perubahan pola dalam jumlah dan mutu air selama musim hujan dan musim kering, terjadinya kekeringan yang hebat, serta banjir secara periodik yang tak terduga. Kendala sosial-ekonomi berkaitan dengan keterpencilan lokasi---jauh dari pusat kota dan perdagangan, keterbatasan tenaga kerja, modal dan fasilitas kredit, serta hambatan sarana produksi dan bantuan teknis/penyuluhan (Proyek Swamps II, 1991).

Tabel 2. Agihan tanah Histosol dan gambut berdasarkan ketebalan gambut di beberapa propinsi di Indonesia.

Propinsi	Ketebalan gambut (cm)			Total (ha)
	0 -150	150 -200	> 200	
	(%).....			
Riau	8,5	10,7	80,7	484,339
Jambi	33,4	9,3	57,3	168,163
Sumsel	63,0	11,5	25,5	317,784
Kalbar	39,5	34,6	25,9	100,754
Kalteng/Kalsel	62,6	19,6	17,8	190,145
Total	36,2	14,0	48,8	1.263,185

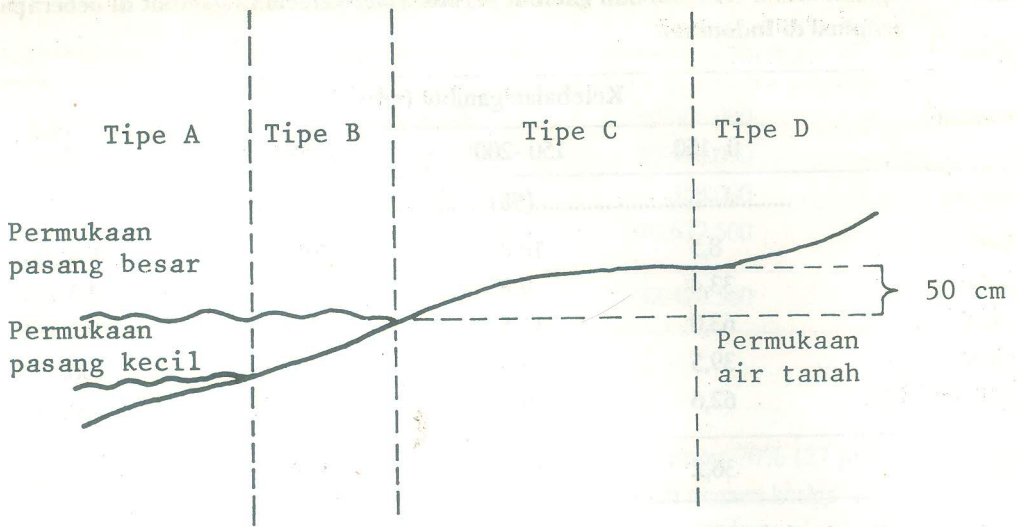
Sumber : Radjagukguk (1990).

Berdasarkan keadaan tata airnya, lahan pasang surut dibedakan menjadi 4 tipe (Gambar 1), yaitu:

1. **Tipe A**, daerah pasang surut yang langsung dipengaruhi oleh air pasang karena selalu diluapi, baik waktu pasang besar maupun pasang kecil.
2. **Tipe B**, daerah pasang surut yang hanya diluapi oleh air pasang besar saja dan tidak diluapi oleh pasang kecil.
3. **Tipe C**, daerah pasang surut yang tidak diluapi oleh air pasang, tetapi secara tidak langsung dipengaruhi air pasang melalui rembesan dalam tanah.
4. **Tipe D**, daerah pasang surut yang tidak dipengaruhi air pasang, baik langsung maupun tidak langsung.

Proyek Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa Swamps II Badan Litbang Pertanian, membagi lahan pasang surut dalam 4 tipologi, yaitu: lahan potensial, sulfat masam, bergambut/gambut, dan salin. Tipologi lahan potensial merupakan yang terluas dan memiliki kendala teknis-agronomis paling ringan dibandingkan tipologi lahan lainnya (Imdah dkk, 1990).

Senada dengan itu, Prawirosamudro dkk (1990) membedakan lahan pasang surut dan rawa atas empat tipe lahan utama, yaitu: lahan potensial, sulfat masam, bergambut, dan rawa lebak.



Gambar 1. Empat tipe lahan pasang surut berdasarkan pengaruh pasang (Swamps II, 1991).

Lahan Sulfat Masam

Umumnya pada lahan rawa terdapat tanah alluvial dan gambut. Tanah alluvial dapat merupakan endapan laut (marine sediment), endapan sungai (fluvial sediment) atau campuran keduanya (fluvial-marine sediment). Biasanya tanah endapan laut mempunyai lapisan mengandung senyawa sulfida, yang sebagian besar adalah mineral pirit.

Tanah yang mempunyai lapisan sulphidik, FeS_2 atau lapisan pirit dengan kadar S > 0,75% disebut sulfat masam, yang dibedakan atas sulfat masam potensial dan sulfat masam aktual. Pada sulfat masam potensial, proses pemasaman belum berjalan, sedangkan pada sulfat masam aktual telah berlangsung. Proses pemasaman terjadi bila aerasi mencapai lapisan pirit, sehingga mengalami oksidasi melepaskan asam sulfat (Widjaya Adhi, 1990).

Lahan sulfat masam potensial memiliki kendala relatif ringan. Tekstur tanah ini umumnya lempung sangat liat, kedalaman pirit > 50 cm, ketebalan bahan organik < 20 cm, dan pH tanah antara 4,0 sampai 5,5 (sangat masam).

Kendala yang dihadapi dalam usahatani di lahan sulfat masam antara lain kemasaman tanah, keracunan dan defisiensi hara, serta serangan hama dan penyakit (Suwalan dkk, 1990). Oksidasi lapisan pirit menyebabkan meningkatnya kemasaman tanah dan kandungan Al/Fe/Mn, serta penurunan P-tersedia.

Adanya lapisan pirit sering dicirikan oleh: (1) adanya hutan mangrove, (2) konsistensi lumpur/tak matang atau becak jarosite, (3) warna kekuningan jerami pada bongkah tanah, (4) adanya warna reduksi kelabu atau kelabu kehijauan, baik dengan atau tanpa becak hitam, (5) adanya bahan organik, terutama berupa akar serabut, atau berseling dengan lapisan mineral berkonsistensi setengah matang, (6) adanya bau H₂S pada tanah yang terganggu atau diolah, dan (7) adanya lapisan bercampur sisa tumbuhan, daun dan ranting hutan seperti terbakar (Widjaya Adhi, 1990).

Dalam keadaan tergenang, pirit stabil. Sebaliknya dalam kondisi aerob, pirit mudah mengalami oksidasi melepaskan sulfat yang terjadi melalui beberapa tahapan reaksi sebagai berikut:



Reaksi 1, 3, dan 4 adalah reaksi kimia, sedangkan reaksi 2 dan 5 adalah reaksi biokimia. Pada reaksi 2 berperan mikro-organisme *Thiobacillus ferroxidans*. Sedangkan pada reaksi 5 berperan mikro-organisme *Thiobacillus thiooxidans*, mengoksidasi S yang dihasilkan reaksi 3.

Reaksi pirit meningkatkan kemasaman tanah secara drastis. Pemasaman maksimum terjadi bila semua ion besi dioksidasi dan dihidrolisis, dengan reaksi sebagai berikut:



Biasanya hidrolisis feri tidak tuntas, sehingga jumlah ion H yang dilepas berkurang dan terbentuk jarosit. Reaksinya sebagai berikut:



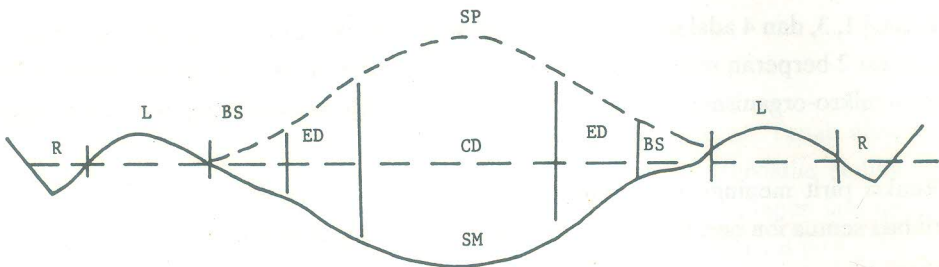
Adanya mineral jarosit sepanjang bekas akar dan sekitar permukaan bongkol tanah merupakan ciri tanah sulfat masam. Jarosit stabil bila pH < 3,0. Akan tetapi, bila pH > 3,0, mineral ini dihidrolisis menjadi feri-hidroksida melepaskan ion sulfat, kalium, dan hidrogen.

Lahan Gambut

Pembentukan gambut di Indonesia dimulai kira-kira 5000 tahun yang lalu, ketika terjadi transgresi laut akibat mencairnya es di kutub. Karena naiknya muka air laut, maka daerah-daerah dataran sekitar pantai Sumatera, Kalimantan, Irian Jaya dan lain-lain menjadi rawa, atau permukaan air tanahnya naik (Hardjowigeno, 1989).

Akumulasi gambut biasanya dimulai di daerah back swamp, dengan terbentuknya epipedon histik. Ini berarti bahwa akumulasi gambut di daerah ini belum cukup tebal. Makin ke pedalaman, yaitu daerah depresi, tebal gambut makin meningkat. Di Riau, gambut tebal ini sudah ditemukan pada jarak kurang dari 500 meter dari tepi sungai (Gambar 2).

Gambut adalah lapisan kerak bumi yang sebagian besar terdiri atas bahan organik. Umumnya berada di daerah payau. Kondisinya jenuh air dan merupakan hasil dekomposisi bahan tanaman secara an-aerob yang belum sempurna.



Ket :

- R = Sungai
- L = Levee (tanah mineral)
- BS = Backswamp (tanah dengan epipedon histik)
- ED = Pinggiran depresi (subgroup terric dari histosol)
- CD = Pusat depresi (kubah) (subgroup typic dari histosol)
- SP = Permukaan gambut
- SM = Permukaan tanah mineral

Gambar 2. Satuan fisiografi dan jenis-jenis tanah di antara 2 sungai di daerah delta di Sumatera (Hardjowigeno, 1989).

Batasan antara tanah mineral dan gambut didasarkan kepada kadar C-organik, dengan nilai batas 12%. Nilai batas ini meningkat dengan meningkatnya kadar liat, dan mencapai nilai 18% untuk semua tanah yang mengandung liat > 60%. Nilai batas untuk tanah yang mengandung liat < 60% dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Minimum C-organik} = 12\% + \% \frac{\text{liat}}{10}$$

Suatu tanah dikategorikan sebagai tanah organik jika: 1) kadar C-organiknya > 18%, atau 2) nilai C-organiknya melebihi kadar C-organik minimum berdasarkan perhitungan dengan formula 8 (Thompson and Troeh, 1979).

Kanapathy (1975) mendefinisikan tanah gambut sebagai tanah organik, tebalnya minimal 1 m, luas minimal 1 ha, dan mengandung bahan mineral < 70%. Kriteria internasional untuk tanah organik adalah tanah-tanah yang mengandung bahan organik > 30% setebal > 40 cm.

Selanjutnya, Widjaya Adhi (1988) menjelaskan karakteristik tanah gambut sebagai berikut:

1. Mempunyai kandungan bahan organik tinggi (> 85%).
2. Mengandung C-organik 12-18%, tergantung kepada fraksi liat.
3. Ketebalan gambut > 40 cm jika BD-nya > 0,1 g/cm³ atau > 60 cm jika BD-nya < 0 - 1 g/cm³.
4. Berdasarkan ketebalan gambut dapat dibagi empat, yaitu: a) Gambut dangkal (0,5 - 1,0 m); b) Gambut sedang; (1,0 - 2,0 m); c) Gambut dalam (2,0 - 3,0 m); dan d) Gambut sangat dalam (> 3,0 m).
5. Berdasarkan kandungan serat, gambut dibedakan atas: a) *Fibris*, kadar serat 2/3 volume, dikategorikan sebagai bahan gambut yang dekomposisinya belum sempurna; b) *Sapris*, tingkat dekomposisinya paling sempurna dan mengandung serat < 1/3 volume; dan c) *Hemis*, dikategorikan sebagai tingkat intermediet, dimana proses dekomposisinya berada antara *Fibris* dan *Sapris*.

Dekomposisi tanah gambut Sumatera umumnya pada tingkat hemik (sedang) dengan kandungan 3/10 - 6/10 volume. Di Karang Agung Sumatera Selatan dan Lagan Jambi, lebih dari 85% lapisan atas tanah gambut berada pada tingkat dekomposisi hemik. Di Rokan Riau, sebaran gambut dengan tingkat dekomposisi fibrik (kasar) paling dominan.

Sifat gambut ditentukan oleh tanaman yang tumbuh diatasnya, serta jumlah unsur mineral yang dibawa oleh air ke daerah tersebut. Susunan kimia gambut dipengaruhi oleh tanaman asalnya dan kelengasan yang terjadi selama proses pembentukan dan akumulasi (Allison, 1973).

Gambut dikategorikan sebagai lahan marginal, karena kendala biofisiknya sukar diatasi. Produktivitas lahan gambut sangat beragam. Selain berbeda karena daerah sebaran dan proses pembentukannya, ketebalan gambut juga menentukan kesuburannya. Makin tebal lapisan gambut, makin rendah kesuburannya.

Kendala lahan gambut meliputi: (1) penurunan permukaan tanah (subsistensi), (2) sifat mengerut tak balik, (3) terjadinya cat--clay, (4) kemasaman tanah yang tinggi, (5) salinitas, (6) peluapan air pasang, (7) tingkat kematangan gambut, (8) daya hantar hidraulik horizontal besar, tetapi daya hantar hidraulik vertikal kecil, dan (9) kadar hara rendah (Driessen dan Soepratohardjo, 1974; Widjaya Adhi, 1988).

Radjagukguk dan Setiadi (1989) melaporkan bahwa ketersediaan N, P, K, Ca dan unsur-unsur mikro pada lahan gambut terbatas. Bila kandungan bahan organik, tersedianya Cu, Zn, Fe dan Mo sangat rendah. Sebagian unsur mikro tersebut bahkan terikat dalam bentuk tidak tersedia bagi tanaman.

Kendala tersebut menyebabkan tanaman mengalami khlorosis, tumbuh terhambat, nekrosis, tidak mampu menghasilkan biji, gagal berproduksi, dan bahkan mati.

Dalam rangka pembangunan pertanian di Indonesia, penyiapan teknik budidaya yang produktif dan adaptif pada agro-ekosistem rawa/gambut di wilayah Sumatera sangat penting, karena pulau ini memiliki sumberdaya rawa yang terluas yaitu 34% dari total kawasan rawa Indonesia. Dari 13.211.000 ha daerah rawa di Sumatera, 67% merupakan tanah gambut. Gambut pedalaman merupakan jenis gambut dominan.

Di Sumatera, propinsi Riau mempunyai lahan rawa/gambut terluas yang tidak cocok untuk pertanian, diikuti oleh Jambi dan Sumatera Selatan. Oleh karena itu, penyiapan teknologi budidaya spesifik di lahan rawa pedalaman sangat besar artinya dalam pengembangan potensi sumberdaya lahan di Sumatera, khususnya bagi ketiga propinsi di atas.

PELUANG PENGEMBANGAN PERTANIAN TANAMAN PANGAN PADA EKOSISTEM RAWA GAMBUT

Gambut adalah tanah bermasalah, bukan hanya marginal tetapi juga rapuh (Widjaya Adhi, 1988). Presiden Soeharto ketika meresmikan 17 pabrik di Riau pada tahun 1990, juga menekankan bahwa peranan pertanian tanaman pangan masih sangat kecil dalam pemanfaatan sumberdaya gambut.

Meskipun demikian, Radjagukguk (1990) menyimpulkan bahwa dengan pengolahan tanah yang tepat, produktivitas padi sawah di lahan gambut cukup tinggi. Areal yang paling sesuai untuk budidaya padi sawah adalah sekitar tepi kubah, yang mempunyai tahanan

kesuburan fisika dan kimia lebih tinggi, karena lapisan gambut tipis dan adanya pencampuran bahan mineral.

Pemberian pupuk terutama N, P, K, Ca, Mg dan unsur mikro secara tepat dapat mengatasi masalah kekahatan hara dan kemasaman tanah gambut. Di samping itu, pemberian kapur, pencampuran dengan tanah mineral, dan hasil pembakaran gambut cukup efektif dalam mengatasi masalah agrohara di lahan tersebut.

Salah satu kendala yang sering diperbincangkan adalah adanya hubungan negatif antara ketebalan gambut dengan produktivitas lahan. Makin tebal gambut, makin besar kendala biofisiknya, dan makin rendah produktivitas usahatani. Meskipun demikian, untuk agro-ekosistem spesifik, produktivitas gambut tebal dapat ditingkatkan. Agro-ekosistem rawa spesifik tersebut adalah kawasan rawa yang tidak terlalu jauh dari daerah pegunungan dan pantai, seperti pada pesisir Barat Sumatera. Hasil penelitian di rawa gambut Lunang Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat merupakan salah satu contoh keberhasilan pengelolaan gambut tebal.

Hasil Penelitian di Rawa Gambut Lunang, Sumatera Barat

Rawa gambut Lunang terluas di Sumatera Barat, mencapai 126.000 ha. Ketebalan gambut di daerah ini bervariasi mulai dari < 1 meter sampai > 7 meter. Tanahnya bersifat masam, pH (H₂O) berkisar 3,5 - 5,0, dan kandungan C-organiknya 18-40%. Dari aspek agrohara, masalah utama adalah ketidak seimbangan hara dan tingginya kadar besi dan sulfat (Tabel 3). Menurut taksonomi USDA (1975), tanah tersebut termasuk Typic Troposaprist.

Tabel 3. Kadar hara lapisan olah pada beberapa ketebalan gambut. Lunang, Sumatera Barat.

Kadar hara	Tebal gambut (cm)			
	0-50	50-100	100-200	> 200
Ca (me/100 g)	2,14	4,05	3,44	8,37
Mg (me/100 g)	1,74	1,83	2,53	5,76
K (me/100 g)	0,31	0,23	0,18	0,36
Cu (ppm)	1,44	2,09	1,42	2,77
Zn (ppm)	5,31	6,39	4,17	3,94
Mn (ppm)	199	171	72	190
Fe (ppm)	77	128	139	130
SO ₄ (ppm)	251	336	321	350

Sumber: Taher dan Zaini (1989).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa melalui metoda drainase dan ameliorasi yang tepat, pemilihan varietas, serta perbaikan kultur teknis lainnya, gambut tebal dapat dijadikan lahan usahatani yang produktif. Faktor kunci adalah pengaturan tata air yang tepat. Di Lunang, rawa gambut dengan tebal 3-4 meter masih cukup produktif bila komoditas dan varietas tanaman pangan yang digunakan tepat (Tabel 4).

Hasil tinggi tersebut didukung oleh perbaikan ameliorasi lahan melalui introduksi sistem tata saluran mikro (kemalir). Makin rapat saluran, hasil yang dicapai cenderung makin tinggi (Tabel 5).

Tabel 4. Hasil beberapa komoditas tanaman pangan di lahan gambut. Lunang, Sumatera Barat.

Komoditas	Kedalaman gambut (m)	Hasil (t/ha)
Padi (sistem joget, IR 42)	3-4	3,6
Ubijalar (CI-701-4-(OP)-st-3)	2-3	60,0
Ubijalar (CI-473-6-(OP)-st-13)	2-3	54,0
Ubikayu (No. 528)	2-3	55,0
Ubikayu (Adira I)	2-3	20,7
Talas (Sibolga)	3-4	110,7
Kedelai (Americana)	3-4	1,3
Kacang tanah (Kidang)	3-4	1,2
Jagung (H-8)	<1	4,5

Tabel 5. Hasil tanaman pangan pada beberapa jarak saluran (kemalir). Lunang, Sumatera Barat.

Komoditas	Jarak kemalir (m)				Tebal gambut (m)	Waktu reklamasi (tahun)
	5	10	15	20		
Kedelai (Orba)	0,5	0,6	0,3	0,4	<1	1
Kedelai (Americana)	1,3	0,8	0,7	0,6	3-4	2
Kacang tanah (Kidang)	1,2	0,9	1,0	1,1	3-4	3
Padi (IR-42)	3,6	2,3	1,6	2,1	3-4	2

Keragaan tanaman tergantung pada komoditas dan varietas. Keragaman toleransi komoditas dan varietas sangat besar pada ekosistem gambut. Hasil varietas/galur harapan ubijalar di gambut Lunang berkisar 4 - 60 t/ha dan ubikayu 19 - 55 t/ha.

Khususnya di lahan gambut dalam, adanya sistem drainase merupakan suatu keharusan. "Hal ini menyebabkan budidaya sawah kurang cocok diterapkan di awal penggunaan lahan gambut tebal", karena kurang mendukung proses ameliorasi lahan, terutama yang berkaitan dengan pencucian asam-asam organik.

Hasil penelitian lainnya di Lunang menunjukkan bahwa penanaman padi dengan sistem joget lebih tepat. Sistem joget adalah penanaman padi secara pindah bibit (transplanting) di lahan kering dengan menggunakan bibit berumur lebih 30 hari. Tujuan penggunaan bibit tua untuk menghindari hama orong-orong. Pada sistem joget ini, perlu dibuat kemalir berjarak 10 meter dengan lebar dan dalam saluran masing-masing 50 cm dan 60-75 cm.

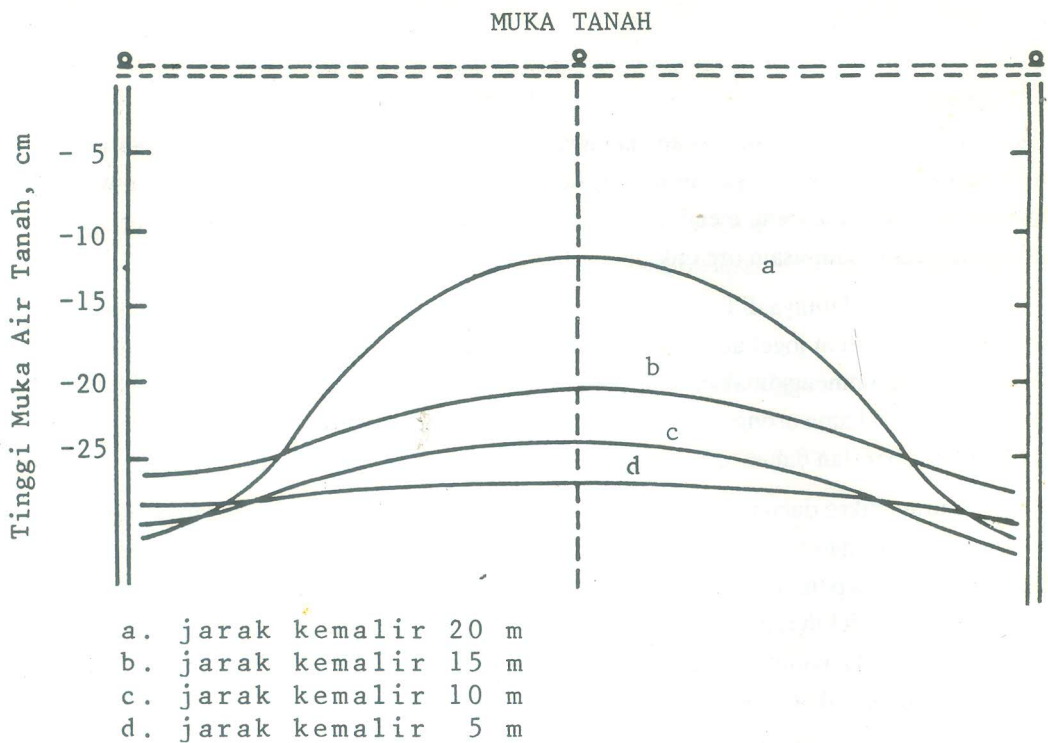
Tata saluran mikro dalam bentuk kemalir sangat besar pengaruhnya terhadap perubahan sifat dan ciri tanah gambut. Di Lunang, ditemukan bahwa jarak kemalir yang lebih rapat mempercepat proses pematangan dan peningkatan pH tanah (Tabel 6). Hal ini didukung oleh muka air tanah yang lebih rendah (Gambar 3), sehingga proses pencucian asam-asam organik dan senyawa toksida lainnya lebih intensif. Efektivitas tata saluran mikro dalam proses ameliorasi lahan juga akan lebih baik pada kawasan-kawasan dengan curah hujan tinggi.

Dalam jangka pendek, kemalir yang lebih rapat lebih tepat dalam mempercepat ameliorasi lahan rawa/bergambut, karena pencucian asam organik lebih intensif.

Tabel 6. Ciri tanah gambut dangkal dan tebal pada berbagai jarak kemalir. Lunang, Sumatera Barat.

Ciri tanah	Jarak kemalir (m)				Tanpa kemalir	Tebal gambut (m)
	5	10	15	20		
C/N	12	17	17	14	20	< 1
pH	6,2	6,1	5,8	6,0	5,9	< 1
Al-dd (me/100 g)	1,2	1,0	2,2	1,8	1,6	< 1
pH	6,3	6,5	4,0	3,6	4,1	3-4
Ca (me/100 g)	5,4	7,2	6,8	6,2	9,5	3-4
Mg (me/100 g)	2,4	1,6	1,2	4,8	12,0	3-4
K (me/100 g)	0,3	0,2	0,2	0,5	0,8	3-4

Sumber : Taher dan Zaini (1989)



Gambar 3. Muka air tanah di antara 2 kemalir dengan jarak berbeda. Lunang, Sumatera Barat.

Akan tetapi, kation-kation lainpun ikut tercuci (Tabel 6). Kondisi ini perlu diantisipasi dalam pengelolaan gambut jangka panjang. Dalam tahap awal, saluran rapat diperlukan agar lahan lebih cepat produktif. Namun dalam jangka panjang perlu dilakukan modifikasi sistem pengelolaan, yang meliputi: 1) memperjarang jarak antar kemalir, 2) evaluasi agrohara, yang diikuti dengan tindakan pemupukan, dan 3) introduksi sistem surjan.

Kemalir juga dapat difungsikan sebagai sistem "**nutritioal trapping**", artinya penangkapan hara yang dihanyutkan dalam proses leaching (pencucian). Sebagian petani di daerah transmigrasi Lunang menanam padi dalam saluran kemalir dengan padi, baik di musim hujan maupun di musim kemarau. Hasil padi dalam kemalir lebih tinggi (Tabel 7). Data pada Tabel 7 juga menunjukkan bahwa introduksi sistem surjan memberi peluang cukup besar dalam mengantisipasi permasalahan pengelolaan gambut tebal jangka panjang.

Tabel 7. Komponen hasil dan hasil padi IR 42 di dalam saluran kemalir dan di petakan pada lahan gambut tebal 2 m. Lunang, Sumatera Barat.

Parameter	Di petakan	Di kemalir
Tinggi tanaman (cm)	87	110
Jumlah anakan (bt/rpn)	16	29
Panjang malai (cm)	26	28
Gabah/malai (butir)	72	104
Gabah hampa(%)	22	20
Hasil (t/ha)	3,3	5,6

Sumber : Taher dan Zaini (1989).

Hasil Penelitian di Daerah Pasang Surut/Rawa Gambut Teluk Kiambang, Riau

Sejak tahun 1989, Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukarami melalui proyek Swamps-II telah melakukan penelitian di lokasi pemukiman transmigrasi Teluk Kiambang (Kempas Jaya), Kecamatan Tempuling, Indragiri Hilir, Riau.

Wilayah ini dicirikan oleh lapisan gambut antara 0-2 m, drainase agak jelek hingga jelek, kedalaman pirit 25-100 cm yang kandungannya berkisar 0,14-5,00%. Kandungan N rendah hingga tinggi, sedangkan P, K, dan Cu rendah.

Lahan pasang surut Teluk Kiambang dapat diklasifikasikan menjadi 3 tipologi lahan, yaitu: 1) lahan potensial, 2) lahan sulfat masam, dan 3) lahan gambut.

a. Produktivitas Lahan Potensial

Di lahan potensial (akumulasi pirit pada lapisan > 50 cm), terlihat bahwa pengaruh saluran drainase (kemalir) sangat menonjol, meskipun areal sawah di lokasi ini sudah dibuka dan ditanami lebih dari 10 tahun. Dibandingkan dengan sistem sawah + pemberian NPK saja, maka hasil padi meningkat masing-masing 6,1 dan 25,5% dengan pemberian unsur mikro dan pengendalian drainase + unsur mikro (Tabel 8). Dengan kata lain, hasil meningkat > 1 t/ha, dengan introdusir teknologi drainase + unsur mikro.

Tabel 8. Pengaruh ameliorasi di lahan potensial terhadap keragaan padi varietas IR 42. Teluk Kiambang, Riau, MH 1989/90,

Perlakuan	Anakan produktif (bt/rpn)	Gabah hampa (%)	Hasil (t/ha)
1. 90-45-60	15,0	11,0	4,9
2. (1) + mikro plus	18,2	7,9	5,2
3. (1) + 500 kg dolomit	16,8	44,9	5,0
4. (1) + drainase + mikro plus	18,4	9,4	6,0

b. Produktivitas Lahan Gambut

Di lahan gambut tebal Teluk Kiambang Riau, teknologi rawa Lunang juga berlaku efektif. Pembuatan saluran drainase (kemalir) dengan interval 10 m, mampu meningkatkan hasil padi sebesar 1,0 t/ha dibandingkan dengan sistem sawah biasa (Tabel 9). *→ tidak terlihat disini apa yg dimaksud*

Dalam penelitian pengembangan skala luas (16 hektar) di lahan petani, ternyata sistem drainase menunjukkan keampuhannya, baik di lahan gambut maupun di lahan potensial (Tabel 10). Rata-rata hasil padi meningkat sebesar + 1 t/ha bila menggunakan teknologi introduksi tersebut. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan indikasi kuat bahwa peluang peningkatan produktivitas lahan rawa terbuka lebar dalam pengembangan pertanian tanaman pangan di masa datang. *tidak relevan dgn yg dimaksud*

Tabel 9. Pengaruh ameliorasi lahan gambut tebal terhadap keragaan padi varietas IR 42. Teluk Kiambang Riau, MH 1989/90.

Perlakuan	Anakan produktif (bt/rpn)	Gabah hampa (%)	Hasil (t/ha)
1. 90-45-60	16,2	19,2	4,2
2. (1) + 500 kg dolomit	13,6	17,0	4,3
3. (1) + unsur mikro	15,4	11,9	4,8
4. (3) + 500 kg dolomit	16,6	8,6	5,2
5. (1) + drainase	19,2	15,9	5,2
6. (5) + 500 kg dolomit	17,4	13,8	5,5
7. (6) + mikro plus	19,0	7,1	5,3

Tabel 10. Hasil padi petani binaan dan non-binaan di lahan potensial dan gambut. Teluk Kiambang, Riau, 1990.

Jenis lahan	Petani binaan	Petani non-binaan
	kisaran hasil (t/ha):.....	
Gambut	3,6 - 6,4 (5,3)	2,3 - 5,2 (4,4)
Potensial	4,8 - 7,1 (6,1)	3,7 - 6,3 (5,2)

Keterangan : Paket petani binaan : sistem joget, kemalir interval 10 m, 100 kg Urea, 100 kg TSP, 100 kg KCl.

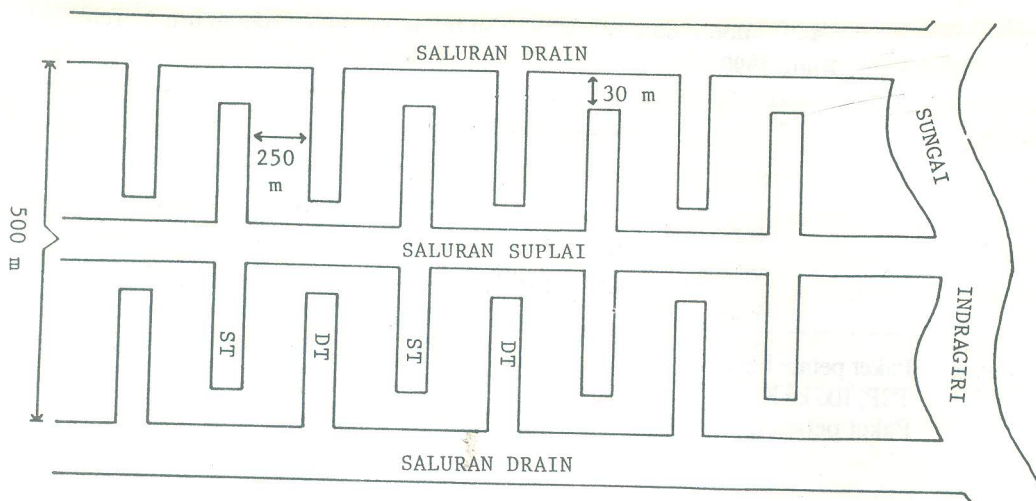
Paket petani non-binaan : sistem sawah, pupuk bervariasi.

ANTISIPASI DAMPAK SISTEM REKLAMASI MAKRO

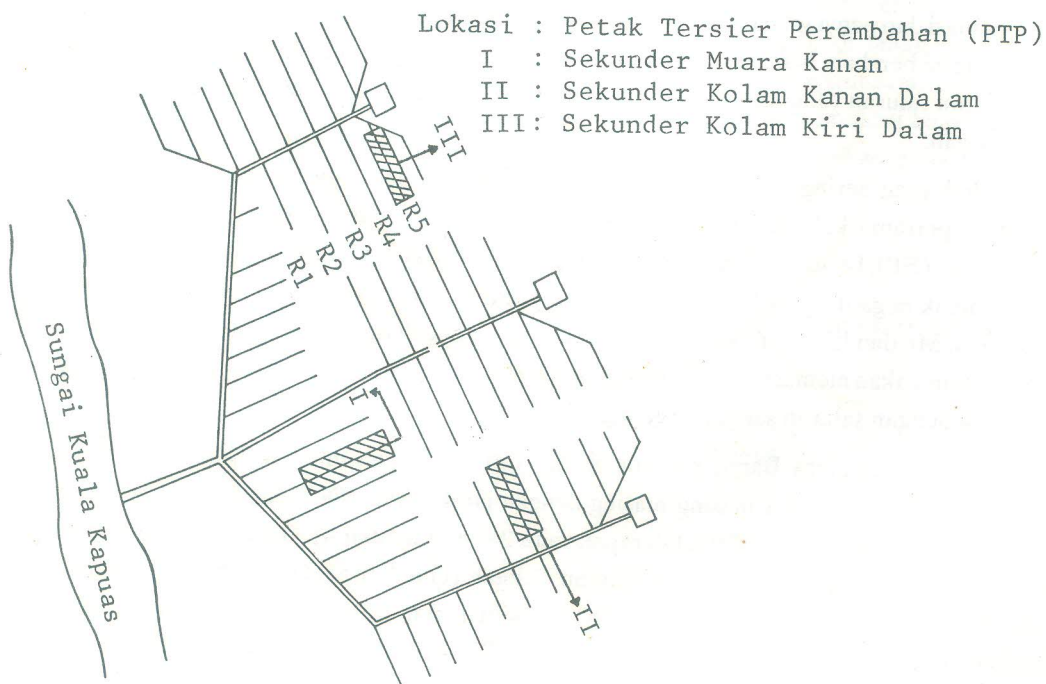
Reklamasi dan penyiapan lahan rawa akan selalu berhadapan dengan pembuatan jaringan drainase/irigasi berskala luas. Seringkali rancang bangun jaringan reklamasi mengarah pada eksistensi tata saluran yang intensif, artinya banyak saluran drainase dan suplai dalam suatu satuan wilayah.

Satu hal yang sering dilupakan adalah bahwa penggalian saluran, baik pada tahap awal-ketika pertama kali jaringan reklamasi dibuat, maupun dalam tahap eksploitasi dan pemeliharaan (EP), berdampak negatif terhadap kesuburan lahan bila tidak dilakukan secara tepat. Dampak negatif ini akibat terangkatnya lapisan racun (lapisan yang mengandung Al, pirit, sulfida, Mn dan lain-lain) ke lapisan atas karena penggalian. Bahan racun tersebut pada kondisi tertentu akan memasuki petak sawah, sehingga pertumbuhan tanaman pada areal yang berdekatan dengan saluran sangat terganggu.

Di Lunang Sumatera Barat, saluran primer dibuat dengan interval 2 km, sedangkan saluran sekunder dan tersier masing-masing dengan jarak 400 m. Di Teluk Kiambang Riau, jarak saluran sekunder dan tersier lebih rapat, yaitu 250 m (Gambar 4). Gambaran intensifnya tata saluran makro juga terlihat di Kalimantan Tengah (Gambar 5). Dalam hal ini, dampak negatif penggalian saluran ditentukan oleh : 1) kedalaman galian, 2) jumlah tanah yang terangkat, 3) kadar senyawa toksik, seperti pirit, Fe, Al/Mn, dan asam organik, dan 4) ada/tidaknya saluran perangkap senyawa toksik tersebut, baik pada tata saluran makro maupun dalam tata saluran mikro di petak sawah petani.



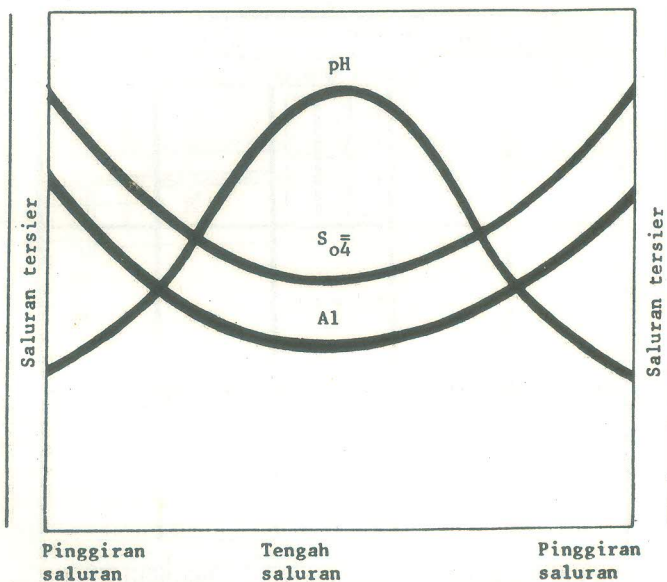
Gambar 4. Tata saluran di lahan rawa Teluk Kiambang, Riau. 1990.
 ST = suplai tersier, DT = drain tersier



Gambar 5. Tata saluran "sistem garpu" di PTP Tamban Luar, Kalimantan Tengah (Team Test Farm P4S UGM, 1984).

Di Teluk Kiambang, pengaruh negatif rehabilitasi saluran yang dilakukan pada MK 1988 masih terlihat jelas pada tahun 1991. Pertumbuhan padi pada areal 15 - 30 m di kiri-kanan saluran sangat jelek, bahkan mati. Observasi yang dilakukan pada tahun 1991 memperlihatkan bahwa dampak pencemaran bahan galian berpengaruh besar terhadap keragaan tanaman dan waktu panen. Pertumbuhan tanaman lebih jelek dan waktu panen terlambat 1 - 2 bulan dibanding tanaman normal. Pengambilan sampel tanah dari beberapa satuan wilayah petak tersier menunjukkan bahwa kadar Al, sulfat, dan besi sangat tinggi, serta pH sangat rendah di dekat saluran dibandingkan pada lokasi yang jauh dari saluran (Gambar 6).

Cara terbaik untuk mengatasi dampak negatif saluran ini adalah dengan pencucian dan pengapuran. Kedua cara tersebut dapat meningkatkan hasil padi masing-masing 184% dan 82% dibandingkan dengan pemberian NPK saja. Meskipun demikian, hasil yang dicapai masih rendah, paling tinggi hanya 3,5 t/ha (Tabel 11). Namun di tempat lain, tanpa pencucian dan pengapuran, banyak tanaman padi yang mati. Dalam kaitan ini, dipandang perlu adanya penetapan dan implikasi rancang--bangun tata saluran yang lebih berorientasi pada pencegahan dampak negatif saluran makro.

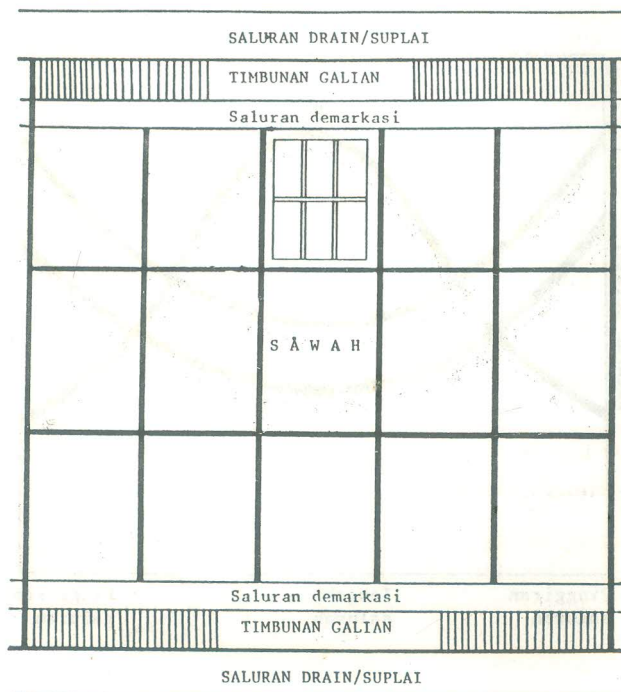


Gambar 6. Kadar Al dan SO_4 , serta pH di tepi saluran tersier dan di tengah petak tersier. Teluk Kiambang, 1989.

Tabel 11. Pengaruh ameliorasi lahan akibat penggalian saluran di lahan potensial terhadap padi varietas IR 42. Teluk Kiambang, Riau. MH 1989/90.

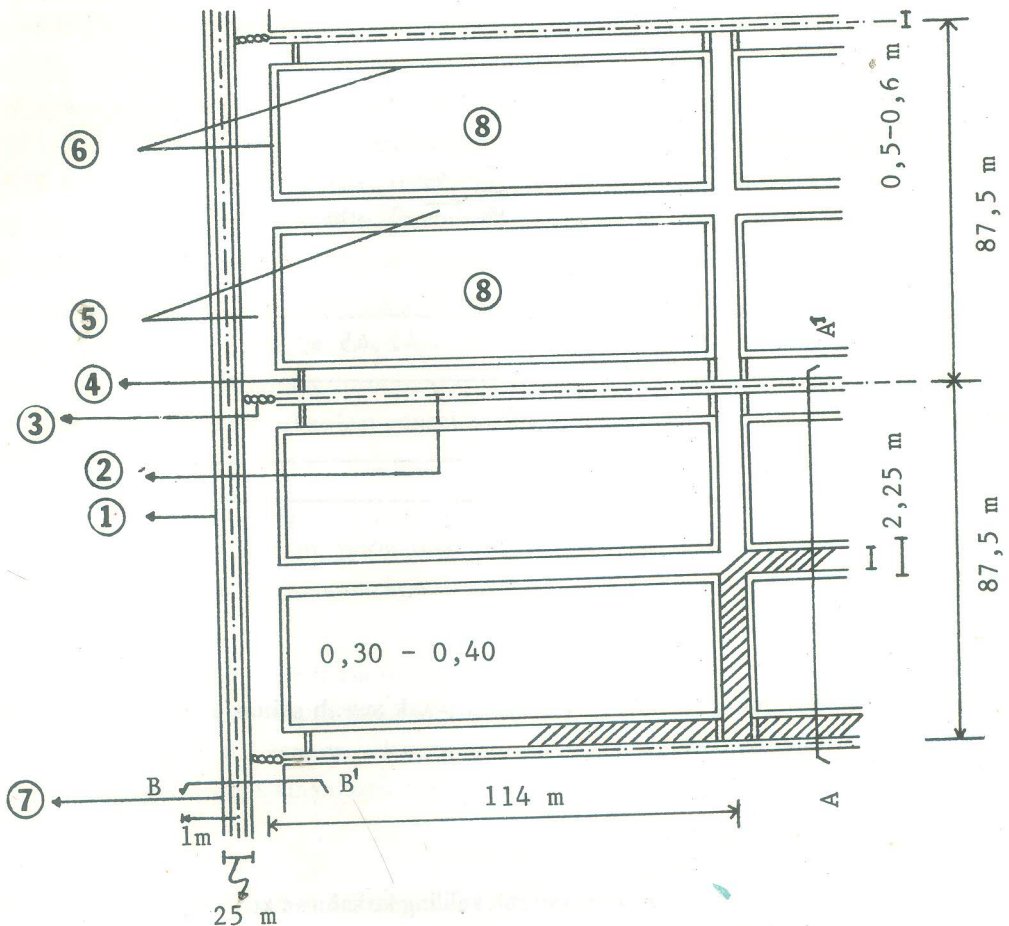
Perlakuan	Anakan produktif (bt/rpn)	Gabah hampa (%)	Hasil (t/ha)
1. 90-45-60	8,0	34,7	1,23
2. (1) + 500 kg dolomit	15,0	23,6	2,24
3. (1) + pencucian (drain)	12,4	14,1	3,49

Pembuatan saluran "demarkasi", sebagai tambahan model saluran makro yang sudah baku, perlu dilakukan untuk setiap pembukaan kawasan rawa. Saluran demarkasi dapat mencegah hubungan langsung antara bekas galian saluran drain atau suplai (jalan inspeksi/tanggul/jalur hijau) dengan petakan sawah (Gambar 7). Melalui saluran ini juga dapat dicegah merembesnya bahan-bahan beracun yang ikut terangkat ke petakan sawah ketika pembuatan atau rehabilitasi saluran.



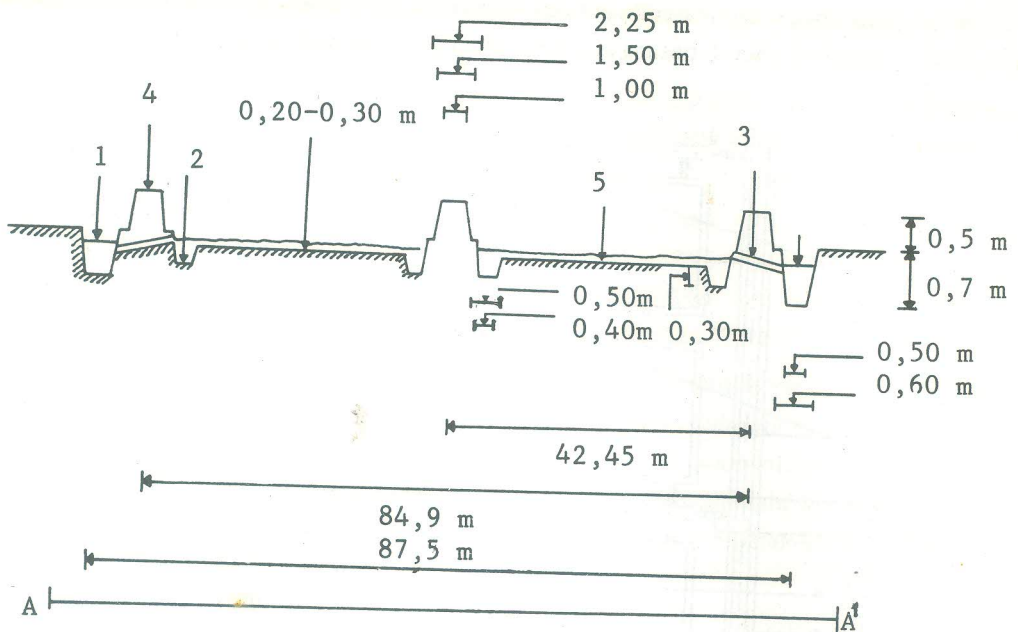
Gambar 7. Tata saluran makro berorientasi antisipasi dampak galian.

Di petakan sawah, implikasi tata saluran mikro juga perlu dilakukan. Salah satu konstruksi pencetakan sawah di daerah pasang surut disajikan pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Tampak atas konstruksi pencetakan sawah di daerah reklamasi rawa pasang surut (Munawir, 1990).

- Keterangan :
1. Saluran tersier
 2. Saluran kuarter
 3. Gorong-gorong dari kuarter ke tersier
 4. Gorong-gorong dari saluran keliling ke kuarter
 5. Tabukan keliling
 6. Saluran keliling
 7. Pintu air keliling
 8. Petakan sawah



Gambar 9. Penampang melintang A-A¹, dua petak sawah seluas 1 ha (87,5 x 114 m²). Munawir, (1990).

- Keterangan :
1. Saluran kuarter
 2. Saluran keliling
 3. Gorong-gorong dari saluran keliling ke saluran kuarter
 4. Tabukan keliling
 5. Petakan sawah

Dari Gambar 8 dan 9 terlihat lahan usahatani seluas 1 ha dengan konstruksi tabukan keliling dijadikan 2 petak sawah. Kedudukan gorong-gorong dari saluran keliling ke saluran kuarter disesuaikan dengan permukaan air minimum yang diinginkan di saluran keliling.

Komponen kegiatan yang diperlukan dalam pengendalian tata air mikro meliputi pekerjaan pemetakan dan pembuatan galengan sepanjang 511 m, saluran kuarter 114 m, pembuatan pintu air tersier 1 buah untuk setiap 50 ha, serta pembuatan gorong-gorong sebanyak 5 buah setiap hektar (Munawir, 1990).

STRATEGI PEMANFAATAN SUMBERDAYA RAWA UNTUK PERTANIAN

Dari 39,4 juta hektar sumberdaya rawa Indonesia, 18% merupakan daerah pasang surut. Disamping itu, 70% kawasan rawa tersebut adalah tanah gambut. Untuk Kalimantan dan Sumatera, 90% areal gambut merupakan gambut pedalaman (Tabel 12).

Dari aspek Hankamnas, komunikasi, dan perdagangan, pengembangan daerah rawa pasang surut sangat penting artinya. Akan tetapi kendala biofisik wilayah ini lebih berat. Hampir sepertiga lahan pasang surut berasosiasi dengan masalah sulfat masam yang sampai saat ini belum ditemukan teknologi pengelolaannya yang efektif, produktif, dan terjangkau oleh petani.

Dengan demikian, perhatian yang lebih besar terhadap pengelolaan lahan gambut, terutama gambut pedalaman, perlu dilakukan lebih konsepsional. Di samping potensi sumberdaya gambut ini sangat besar, keserbagunaan gambut dalam berbagai aspek teknis juga sangat menonjol.

Pemanfaatan gambut di masa datang perlu dirumuskan lebih strategis. Keterbatasan teknologi produktif dan adaptif pada sosio-agroekosistem marginal menghendaki konsepsi dan prioritas yang efektif, agar proyek pengembangan rawa/gambut tidak berkonotasi sebagai penumbuhan sentra kemiskinan baru di Indonesia.

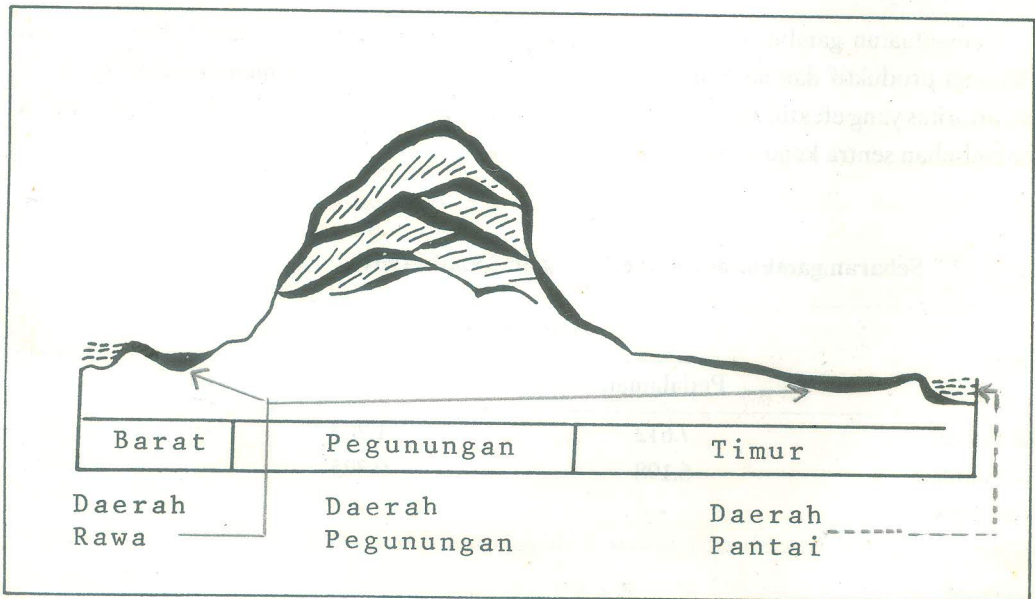
Tabel 12. Sebaran gambut di Indonesia (Puslit Tanah, 1981).

Pulau	Gambut (000 ha)		Jumlah
	Pedalaman	Pantai	
Sumatera	7.612	1.263	8.875
Kalimantan	6.198	0.325	6.523
Irian Jaya	-	-	10.875
Jawa	-	-	0.025
Sulawesi	-	-	0.240
Maluku	-	-	0.525
Jumlah			27.063

Berdasarkan besarnya potensi sumberdaya, kendala biofisik, dan peluang pengembangan, maka rawa/gambut pedalaman perlu mendapatkan prioritas.

Berdasarkan hubungan produktivitas lahan dengan sistem hidrologis, maka sasaran pengembangan rawa lebih ditujukan kepada kawasan rawa/gambut yang lebih dekat ke gugusan pegunungan. Daerah rawa di dekat pegunungan relatif lebih subur. Diprioritaskan pula kawasan-kawasan rawa yang terletak antara pegunungan dan pantai yang sempit, yaitu kawasan **pantai-rawa-pegunungan** yang tidak terlalu lebar, seperti kawasan-kawasan rawa di pantai Barat Sumatera (Gambar 10). Hal ini berkaitan dengan masalahantisipasi masalah intrusi air asin dan peluang untuk mendapatkan air segar (fresh water) dan sumber mineral.

Di Kabupaten Merauke-Irian Jaya dan Riau, intrusi air asin masih menjangkau daerah rawa yang jauh jaraknya dari pantai disebabkan oleh topografi yang datar dan jauhnya gugusan pegunungan. Secara alamiah, tekanan air pada daerah rawa yang dekat ke pegunungan lebih kuat dibandingkan daerah yang lebih jauh. Meskipun demikian, Widjaya Adhi (1991, komunikasi pribadi) menambahkan bahwa peluang kemudahan dan efektivitas drainase perlu dipertimbangkan. Tidak semua daerah dekat pegunungan mudah didrainase. Kawasan rawa dekat pegunungan yang mudah didrainase lebih diprioritaskan untuk pengembangan pertanian.



Gambar 10. Situasi Pantai-Rawa-Pegunungan kawasan Timur-Barat Sumatera.

Untuk kawasan rawa yang terlalu lebar jarak pegunungan-rawa-pantainya, seperti di pesisir Timur Sumatera, pesisir Selatan, Kalimantan dan Kabupaten Merauke-Irian Jaya, sasaran pengembangan rawa diarahkan pada kawasan-kawasan yang lebih dekat ke pegunungan.

Landasan strategi pemanfaatan gambut juga dibicarakan dalam Simposium Gambut Internasional di Yogyakarta pada bulan Pebruari 1987 (Radjagukguk dan Setiadi, 1989). Simposium menggaris bawahi dua prinsip dasar, yaitu : 1) penggunaan gambut untuk pertanian, dan 2) penggunaan gambut untuk dikonsumsi, yaitu untuk keperluan energi, industri dan kimia. Juga disarankan agar kedua prinsip pemanfaatan gambut tersebut tidak saling bertentangan.

KESIMPULAN

Pengembangan wilayah dan pembangunan pertanian masa datang akan banyak tertumpu pada pemanfaatan sumberdaya rawa. Kawasan ini sangat luas dan pengembangan rawa makin mencirikan proyek serbaguna. Pengembangan rawa meliputi berbagai aspek strategis seperti pertanian, transmigrasi, pengembangan wilayah, dan Hankamnas.

Sumberdaya rawa sarat kendala, baik teknis maupun sosio-ekonomis. Dalam aspek budidaya pertanian, sebagian kendala tersebut sudah dapat diatasi. Rawa dapat dijadikan lahan produktif melalui pemilihan komoditas dan varietas yang cocok, pengendalian tata air, perbaikan kesuburan dan kultur teknis lainnya. Untuk agro-ekosistem spesifik, gambut tebal yang merupakan sumberdaya rawa terluas di Indonesia, juga sudah dapat ditingkatkan produktivitasnya. Di Lunang Sumatera Barat, ubijalar dan ubikayu dapat menghasilkan masing-masing 60 dan 55 ton umbi/ha pada gambut setebal 3-4 m. Hasil padi antara 3-5 t/ha juga tidak sulit dihasilkan pada gambut tebal melalui sistem joget.

Mengingat lebih 80% sumberdaya rawa adalah rawa pedalaman, 70% adalah gambut, dan 90% merupakan gambut pedalaman, peluangantisipasi kendala, dan peluang percepatan ameliorasi dan optimasi usahatani di lahan rawa/gambut, maka konsepsi pengembangan rawa/gambut perlu dilakukan atas dasar:

- a. Pemilihan potensi rawa yang paling ringan kendala biofisiknya.
- b. Pengembangan kawasan rawa yang fisiografinya merupakan "rawa-pantai-pegunungan" yang lebih sempit. Pemilihan kawasan rawa yang lebih dekat ke pegunungan dan/atau ke pantai diperkirakan merupakan alternatif yang tepat untuk pertanian.
- c. Untuk jangka panjang, pemanfaatan gambut perlu dikaitkan dengan berbagai kegunaan, seperti untuk pertanian, energi, industri, dan kimia. Dalam kaitan ini pemanfaatannya perlu ditegaskan, agar tidak saling merugikan.

Tata saluran makro seringkali mempunyai dampak yang tidak diinginkan dalam budidaya pertanian, karena penggalan saluran sekaligus mengangkat senyawa toksik ke permukaan tanah yang pada gilirannya bisa memasuki lahan usahatani bila tata saluran makro dan mikro tidak dirancang secara tepat. Rancang bangun tata saluran yang lebih berorientasi padaantisipasi dampak negatif tersebut perlu diimplementasikan dalam pengembangan daerah rawa di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Allison, F.E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier Scientific Publ. Co. New York.
- Direktorat Rawa. 1984. Kebijakan Departemen PU dalam rangka pengembangan daerah rawa. Seminar Pola Pengembangan Pertanian Tanaman Pangan di Lahan Pasang Surut/Lebak, 11 - 15 Agustus 1984 di Palembang.
- Driessen, P.M. and M. Soepraptohardjo. 1974. Soil for agriculture expansion in Indonesia. Bull. 1. SRI, Bogor.
- Hardjowigeno, S. 1989. Sifat-sifat dan potensi tanah gambut Sumatera untuk pengembangan pertanian. Seminar Tanah Gambut untuk Perluasan Pertanian, Faperta UISU Medan. 27 November 1989.
- Imdah, N., N.R. Sudrajat, Suwarno, I.W. Suwastika, dan I.G. Ismail. 1990. Penelitian pengembangan sistem usahatani terpadu pada tipologi lahan potensial tahun 1989/90. Seminar Review Hasil Penelitian Proyek Swamps II, 30 - 31 Oktober di Palembang.
- Ismunadji, M. dan G. Soepardi. 1982. Peat soil problems and crop production in Indonesia. Seminar in IRRI, 27 Sept - 1 Oct. 1982.
- Kanapathy, K. 1975. Growing crops on peat soils. Ministry of Agric. and Rural Dev't. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Mulyadi, D. 1977. Sumberdaya tanah kering: Penyebaran dan potensinya untuk kemungkinan budidaya pertanian. Agronomi menjawab tantang tahun 2000. Kongres Agronomi PERAGI, 27-29 Oktober 1977 di Jakarta.
- Munawir, M. 1990. Perluasan areal lahan pertanian pasang surut. Makalah disampaikan dalam Temu Lapang Penelitian SUT Lahan Pasang Surut dan Rawa-- Swamps II di Karang Agung, Sumatera Selatan, 29-31 Januari 1990.
- Prawirosamudro, A., van der Eelaart, Sudarsono, T. Santoso, dan D.H. Sihombing. 1990. Tinjauan aspek biofisik penelitian usahatani terpadu di lahan pasang surut dan rawa Sumatera Selatan. Seminar Review Hasil Penelitian Proyek Swamps II, 30- 31 Oktober 1990 di Palembang.

Proyek Swamps II. 1991. Hasil utama penelitian sistem usahatani lahan pasang surut dan rawa. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.

Pusat Penelitian Tanah. 1981. Hasil pengukuran planimetri dari peta tanah bagan Indonesia (1972). PPT, Bogor.

Radjagukguk, B. 1990. Pengelolaan produktivitas lahan sawah gambut. *Dalam* : Taher dkk. 1990. Pengelolaan Sawah Bukaak Baru : Prospek dan Masalah. UNES-Balittan Sukarami.

----- dan **B. Setiadi.** 1989. Strategi pemanfaatan gambut di Indonesia. Kasus Pertanian. Seminar UISU Medan, 27 November 1989.

Suwalan, S., I.W. Swastika, Komaruddin, IGM. Subiksa, Suwarno, dan I.G. Ismail. 1990. Penelitian penyempurnaan sistem usahatani pada lahan sulfat masam. Seminar Review Hasil Penelitian Proyek Swamps II, 30-31 Oktober 1990 di Palembang.

Taher, A., Z. Lamid, Zulkifli, Naisir, dan A. Syarifuddin K. 1985. Prospek pengembangan rawa tebal untuk pertanian. Pemberitaan Penelitian Puslitbangtan. No. 9 : 35 - 55.

-----, **A. Gani, dan Z. Zaini.** 1989. Kemajuan penelitian usahatani pasang surut di Teluk Kiambang-Rengat. Review Hasil Penelitian Proyek Swamps II, 19 - 21 Sept. 1989 di Bogor.

----- dan **Z. Zaini.** 1989. Perbaikan produktivitas lahan gambut melalui pengendalian drainase. Seminar UISU Medan 27 November 1989.

-----, **H. Abbas, dan Yurnalis.** 1990. Pengelolaan sawah bukaak Baru. Prospek dan Masalah. UNES-Balittan Sukarami.

Team Test-Farm P4S UGM. 1984. Pengalaman pelaksanaan kegiatan test-farm di daerah pasang surut Kalimantan. Seminar Pola Pengembangan Pertanian Tanaman Pangan di Lahan Pasang Surut/Lebak, 11-15 Agustus 1984 di Palembang.

Thompson, L.M. and F.R. Troeh. 1979. Soils and soil fertility. Tota McGraw-Hill Publ. Co. Ltd. New Delhi.

USDA. 1975. Soil conservation service soil survey staff soil taxonomy : A basic system of soil classification for making soil surveys. USDA agric. Handb. US. Gevernment Printing Office. Washington, D.C.

Widjaya Adhi, IPG. 1988. Physical and chemical characteristics of peat soil of Indonesia. Indonesia Agric. Res. Dev't. Jour. Vol 10 (3) : 59-64.

-----, 1990. Pengendalian keracunan besi di lahan sulfat masam. *Dalam* : Taher dkk. 1990. Pengelolaan Sawah Bukaak Baru. Prospek dan Masalah. UNES-Balittan Sukarami.

