

Pedoman Umum
PENGELOLAAN LAHAN SULFAT MASAM
UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN

Pedoman Umum PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN

TIM PENYUSUN

Pengarah: Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Penanggung Jawab: Kepala Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian
Wakil Penanggung Jawab: Kepala Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

Penyusun:

1. Dedi Nursyamsi
2. Suaidi Raihan
3. Muhammad Noor
4. Khairil Anwar
5. Muhammad Alwi
6. Eni Maftuah
7. Izhar Khairullah
8. Isdijanto Ar-Riza
9. R. Smith Simatupang
10. Noorinayuwati
11. Arifin Fahmi

Narasumber/kontributor:

1. Dr. Ir. Muhrizal Sarwani, M.Sc. (BBSDLP)
2. Prof. Dr. Supiandi Sabiham, M.Agr. (IPB)
3. Prof. Dr. Azwar Maas, M.Sc. (UGM)
4. Prof. Dr. Irsal Las (BBSDLP)
5. Dr. Trip Alihamsyah, M.Sc. (BB Mektan)
6. Prof. Dr. Erry Purnomo, M.AppSc. (UN-BORNEO)

Cetakan Agustus 2014

Hak cipta dilindungi undang-undang

©Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014

Katalog dalam terbitan

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN

Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan/
Penyunting: Dedi Nursyamsi...[et al.]--Jakarta: IAARD Press, 2014.

ix, 58 hlm.: ill.; 24 cm

631.445.1

1. Lahan sulfat masam 2. Pengelolaan

I. Judul II. Nursyamsi, Dedi

ISBN 978-602-1520-77-2

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540
Telp. +62 21 7806202, Faks.: +62 21 7800644

Alamat Redaksi:

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian
Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122
Telp. +62-251-8321746. Faks. +62-251-8326561
E-mail: iaardpress@litbang.deptan.go.id

Anggota IKAPI No. 445/DKI/2012

Dicetak oleh:

Gajah Mada University Press
Jl. Grafika No. 1, Kampus UGM, Yogyakarta 55281
Telp. +62 274 561037
Email: gmupress@ugm.ac.id
www.gmup.ugm.ac.id



**KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN**

**KEPUTUSAN
KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
NOMOR : 251.3/Kpts/OT.210/1/8/2014**

TENTANG

**PEDOMAN UMUM PENGELOLAAN LAHAN SULFAT MASAM
UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN**

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN,

- Menimbang : a. bahwa budidaya pertanian pada lahan sulfat masam memiliki posisi strategis. Selain memberikan manfaat bagi petani, lahan sulfat masam juga berperan penting dalam menjaga fungsi kelestarian dan lingkungan sulfat masam;
- b. bahwa peluang untuk budidaya pertanian lahan sulfat masam rentan terhadap kerusakan lahan sulfat masam apabila tidak memperhatikan prinsip konservasi tanah dan air;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan pada huruf a dan b tersebut di atas perlu ditetapkan Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan.
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya (Lembaran Negara Tahun 1990 Nomor 49, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3419);
2. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 46, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3478);
3. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2002 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Lembaran Negara Tahun 2002 Nomor 84, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4219);
4. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang (Lembaran Negara Tahun 2007 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4725);
5. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Nomor 5059);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2001 tentang Pengendalian Kerusakan dan atau Pencemaran Lingkungan Hidup yang berkaitan dengan Kebakaran Hutan dan atau Lahan (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 10, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4076);

7. Peraturan Pemerintah Nomor 73 Tahun 2013 tentang Rawa (Lembaran Negara Tahun 2013 Nomor 180, Tambahan Lembaran Negara Nomor 5460);
8. Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara sebagaimana telah diubah Peraturan Presiden Nomor 91 Tahun 2011 (Lembaran Negara Tahun 2011 Nomor 141);
9. Peraturan Presiden Nomor 24 Tahun 2010 tentang Kedudukan, Tugas dan Fungsi Kementerian Negara, serta Susunan Organisasi, Tugas dan Fungsi Eselon I Kementerian Negara yang telah beberapa kali diubah, terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 92 Tahun 2011 (Lembaran Negara Tahun 2011 Nomor 142);
10. Keputusan Presiden Nomor 157/M Tahun 2010 tentang Pengangkatan Pejabat Eselon I di lingkungan Kementerian Pertanian;
11. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 61/Permentan/OT.140/10/2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertanian.

MEMUTUSKAN:

- Menetapkan :
KESATU : Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan lingkup Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian seperti tercantum pada lampiran Keputusan ini.
- KEDUA : Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan lingkup Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian sebagaimana dimaksud pada diktum KESATU digunakan untuk kelancaran pengelolaan lahan sulfat masam lingkup Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- KETIGA : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 7 Agustus 2014



HARYONO

NIP. 19560516 198103 1 002

PENGANTAR

KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN KEMENTERIAN PERTANIAN

Lahan sulfat masam menjadi pilihan sebagai lahan pertanian alternatif masa depan karena lahan-lahan yang lebih baik tidak lagi tersedia. Lahan sulfat masam disebut juga *cat clay* karena mempunyai liat (tanah) warna khas kekuning-kuningan seperti kucing apabila bersentuhan dengan udara yang menandakan terjadinya pemasaman akut (pH 2–3). Karakter kemasaman inilah yang menjadi kendala utama dalam pengembangan lahan sulfat masam, selain masalah keracunan seperti Al, Fe, H₂S, dan CO₂.

Penggunaan lahan sulfat masam mempunyai historis yang kuat. Di dunia tersedia sekitar 12–19 juta hektar, di antaranya 10 juta berada di kawasan tropika. Selain masih terdapat sekitar 20 juta hektar lahan berpotensi sulfat masam yang masih tertutup dengan lapisan gambut atau endapan sungai bukan sulfidik. Di Indonesia diperkirakan terdapat sekitar 6,7 juta hektar atau 20% dari luas lahan rawa keseluruhan. Ekspansi pertanian ke lahan ini dimulai tahun 1970-an karena desakan impor beras yang cukup besar di pasar dunia.

Kondisi pangan sekarang tidak jauh berbeda sebetulnya dengan 50 tahun yang lalu, tetapi kalau dilihat tingkat produksi beras nasional kita sekarang dengan 50 tahun yang lalu sangat jauh berbeda. Produksi beras kita sekarang meningkat hampir 3 kali lipat dari 22,46 ton GKG (setara 15,28 ton beras) tahun 1974/75 yang menjadi 60,33 ton GKG (setara 38,21 ton beras) tahun 2013. Dalam 10 atau 15 tahun ke depan produksi padi kita masih perlu ditingkatkan untuk mengimbangi terjadinya konversi lahan dan pertambahan populasi penduduk yang masih tinggi. Oleh karena itu, upaya intensifikasi dan ekstensifikasi diperlukan, khususnya ke lahan-lahan suboptimal termasuk lahan sulfat masam.

Buku *Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Sulfat Masam* ini diharapkan dapat membantu dalam mengantar kepada pemahaman terhadap lahan sulfat masam yang lebih baik sehingga kesalahan-kesalahan dalam pengembangan lahan sulfat masam ini dapat dihindarkan atau dicegah. Kepada para penyusun dan narasumber pendukung diberikan apresiasi yang setinggi-tingginya dan terima kasih sebesar-besarnya atas tersusunnya buku ini.

Jakarta, Juli 2014

Haryono

DAFTAR ISI

PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Pendekatan	3
1.4 Sasaran	3
BAB II LUAS DAN KARAKTERISTIK LAHAN SULFAT MASAM	4
2.1 Luas dan Sebaran Lahan Sulfat Masam	4
2.2 Tipologi Lahan Sulfat Masam	5
2.3 Iklim	6
2.4 Hidrotopografi dan Tipe Luapan	6
2.5 Karakteristik Tanah Sulfat Masam	8
2.6 Keanekaragaman Hayati	11
2.7 Karakteristik Sosial Ekonomi Lahan Sulfat Masam	11
BAB III POTENSI DAN PERMASALAHAN PERTANIAN DI LAHAN SULFAT MASAM	18
3.1 Potensi dan Masalah Teknis Pertanian	18
3.2 Potensi dan Masalah Sosial Ekonomi	21
3.3 Masalah Degradasi	22
BAB IV TEKNOLOGI INOVASI PERTANIAN LAHAN SULFAT MASAM	27
4.1 Teknologi Inovasi untuk Tanaman Pangan dan Hortikultura	27
4.2 Inovasi Teknologi Tanaman Perkebunan (Kelapa Sawit dan Karet)	36
4.3 Peternakan dan Perikanan	37
4.4 Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim	38
4.5 Mitigasi Terhadap Perubahan Iklim	40

BAB V	ARAH DAN STRATEGI PENGEMBANGAN PERTANIAN DI LAHAN SULFAT MASAM.....	41
5.1	Arah Pengembangan	42
5.2	Strategi Pengembangan.....	43
BAB VI	PENUTUP	46
DAFTAR PUSTAKA	47
GLOSARIUM	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Luas lahan sulfat masam di Indonesia	4
Tabel 2.	Tipologi lahan sulfat masam dan penciri utamanya.....	6
Tabel 3.	Karakteristik fisika dan kimia tanah pada lahan sulfat masam di Kalimantan	9
Tabel 4.	Karakteristik fisika dan kimia tanah pada lahan sulfat masam potensial di Sumatra	10
Tabel 5.	Karakteristik petani lahan rawa pasang surut	12
Tabel 6.	Pendapatan dan pengeluaran petani di lahan pasang surut sulfat masam	12
Tabel 7.	Analisis investasi usahatani pola padi + jeruk + sayuran di lahan sulfat masam, UPT Terantang, Kab Barito Kuala, Kalsel 2012	13
Tabel 8.	Peringkat keunggulan kompetitif tanaman di lahan sawah dan guludan tanpa jeruk pada berbagai tipe luapan di lahan sulfat masam, 2009	13
Tabel 9.	Perkembangan jumlah dan status kelompok tani di Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan tahun 1999–2013.....	15
Tabel 10.	Produktivitas tanaman hortikultura di lahan sulfat masam.....	20
Tabel 11.	Strategi pengembangan lahan sulfat masam pada aspek teknis.....	44
Tabel 12.	Strategi pengembangan lahan sulfat masam pada aspek sosial ekonomi	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Peta sebaran lahan sulfat masam Indonesia.....	5
Gambar 2.	Skematik pembagian lahan pasang surut berdasarkan tipe luapan.....	7
Gambar 3.	Retakan (<i>cracking</i>) karena kekeringan sehingga memudahkan oksidasi pirit yang menyebabkan pemasaman.....	23
Gambar 4.	Proses pemasaman melalui aliran bawah tanah dari hutan sekunder dan pencegahan dengan pembuatan saluran drainase intersepsi.....	24
Gambar 5.	Sistem handil di lahan sulfat masam Kalimantan.....	28
Gambar 6.	Skema sistem tata air satu arah dan model pintu air (<i>flapgate</i>)..	29
Gambar 7.	Model tabat dari kayu dan beton	31
Gambar 8.	Skim tata saluran pada sistem drainase dangkal di lahan sulfat masam	32
Gambar 9.	Model sawah surjan pada lahan sulfat masam.....	33
Gambar 10.	Bentuk dan penampang melintang saluran kemalir	33
Gambar 11.	Pola pengembangan lahan berkelanjutan (PLB)	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pemerintah pusat maupun daerah pada kenyataannya belum mampu memperlambat laju konversi lahan pertanian, walaupun berbagai instrumen hukum telah dibuat. Di sisi lain, permintaan bahan pangan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang diperkirakan mencapai 300 juta jiwa pada tahun 2030. Pada tahun tersebut, Indonesia membutuhkan 36 juta ton beras. Dengan asumsi tingkat konsumsi 139,15 kg beras/jiwa/tahun, maka diperlukan tambahan sekitar 7 juta ton sampai tahun 2030 (Agus, 2013). Selain kedua hal di atas, produksi pangan dan pertanian nasional masih dihadapkan pada berbagai bencana dan musibah seperti banjir, kekeringan, eksplosi hama, dan kebakaran lahan akibat perubahan iklim.

Menurut PP No. 73 Tahun 2013 tentang Rawa dalam Pasal 5 Ayat 1 disebut rawa pasang surut apabila memenuhi kriteria (a) terletak di tepi pantai, dekat pantai, muara sungai, atau dekat muara sungai; dan (b) tergenangi air yang dipengaruhi pasang surut air laut. Lahan sulfat masam adalah salah satu tipologi lahan yang sebagian besar berada di daerah rawa pasang surut. Lahan ini mempunyai tingkat kesesuaian lahan marjinal atau bersyarat (S2 dan S3), karena salah satu faktor pembatasnya berupa lapisan pirit. Oleh karena itu, sebagai lahan suboptimal, lahan sulfat masam mempunyai potensi sangat rendah sampai rendah dalam menghasilkan produksi tanaman pertanian (Dent, 1986; Subagyo, 2006). Namun, dengan inovasi teknologi pengelolaan lahan yang baik, produktivitasnya dapat ditingkatkan. Potensi yang rendah dari lahan sulfat masam ini disebabkan terutama oleh sifat tanah, lingkungan fisik dan/atau kombinasi keduanya yang kurang mendukung bagi pertumbuhan tanaman (Djaenudin, 1993; Noor, 2004).

Luas lahan sulfat masam di Indonesia sekitar 6,70 juta ha atau 20,10% dari luas lahan rawa pasang surut (20,14 juta ha). Selain itu, masih terdapat sekitar 2,07 juta ha lahan rawa yang berpotensi untuk menjadi sulfat masam (Nugroho *et al.*, 1992; Widjaya-Adhi *et al.*, 1992). Lahan sulfat masam juga terdapat di beberapa negara seperti Vietnam, Thailand, Banglades, Malaysia, India, Pakistan, Filipina, beberapa negara Afrika dan Tiongkok yang umumnya dikembangkan untuk pertanian tanaman pangan, khususnya padi sawah. Dengan tingkat pengelolaan

sedang (*medium input*) beberapa komoditas seperti ubi jalar, nenas, tebu, karet, kelapa dan kelapa sawit berhasil dikembangkan di lahan sulfat masam. Selain pertanian, lahan sulfat masam juga berpotensi untuk pengembangan perikanan baik ikan rawa maupun ikan sungai seperti haruan (gabus), papuyu (betok), biawan, sepat, lais, adungan, sanggang, dan kapar; dan peternakan seperti ayam buras, itik, dan sapi (Noor, 2004).

Lahan sulfat masam di Indonesia mulai mendapatkan perhatian sejak tahun 1920-an pada saat pembuatan daerah rawa Anjir Serapat (Kalimantan Selatan). Penelitian dan survei-survei pada tahun 1970-an untuk perluasan areal pertanian menemukan adanya lahan sulfat masam yang dicirikan oleh lapisan pirit (Fe_2S) pada kedalaman antara 20–100 cm dari permukaan tanah (Driessen dan Soepratohardjo, 1974). Beberapa simposium internasional lahan sulfat masam telah diselenggarakan antara lain di Wageningen-Belanda (1972), Bangkok-Thailand (1982), Dakkar-Senegal (1988), dan Hochiminh-Vietnam (1993). Badan Litbang Pertanian bekerja sama dengan Belanda (LAWOO) melakukan penelitian khusus tentang sulfat masam ini pada tahun 1985–1990 yang hasilnya telah dibukukan dalam *Papers Workshop on Acid Sulphate Soils in the Humid Tropics* (AARD & LAWOO, 1990).

Pengembangan lahan sulfat masam secara umum menghadapi berbagai masalah antara lain perubahan yang terjadi pascareklamasi akibat pengelolaan yang kurang tepat. Perubahan pascareklamasi ini dapat menjadikan lahan sulfat masam mengalami peningkatan kemasaman, kelarutan Fe, Al dan Mn, dan penurunan basa-basa tertukar sehingga tanaman mengalami cekaman (*stress*). Kondisi ini biasanya diikuti oleh perkembangan sosial ekonomi yang lambat, petani banyak meninggalkan lahan mencari pekerjaan di luar usahatani sebagai tukang, pedagang atau pekerja serabutan.

Dalam menyongsong Rencana Strategis Pembangunan Pertanian 2014–2019, penegasan kembali tentang potensi dan peluang pemanfaatan lahan sulfat masam sebagai aset sumber daya lahan pertanian sangat penting. Oleh karena itu, perlu disusun suatu pedoman atau acuan yang memberikan pemahaman, arah, dan strategi pengembangan lahan sulfat masam untuk pertanian berkelanjutan. Optimalisasi pemanfaatan lahan sulfat masam dan pembukaan lahan baru menjadi strategis, mengingat semakin langkanya lahan pertanian akibat konversi lahan, terutama di Pulau Jawa, dan semakin besarnya permintaan pangan dan hasil pertanian lainnya akibat jumlah penduduk yang terus bertambah.

1.2 TUJUAN

Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan bertujuan:

1. Memberikan informasi tentang karakteristik, potensi, dan peluang untuk pengembangan pertanian secara umum,

2. Menyosialisasikan/mendiseminasikan berbagai peluang usaha yang dapat dilaksanakan di lahan sulfat masam dengan serangkaian teknologi inovasi yang dapat mendukungnya,
3. Memberikan arah dan langkah strategi pengembangan lahan untuk pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.3 PENDEKATAN

Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan disusun berdasarkan informasi hasil penelitian, hasil diskusi dalam berbagai pertemuan ilmiah, dan pendapat para narasumber atau pakar serta pengalaman petani di lapangan. Beberapa sumber referensi yang digunakan antara lain:

1. Peraturan Pemerintah No. 73/2013 tentang Rawa, Renstra Kementerian Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian, dan Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa Tahun 2010–2014,
2. Laporan Hasil-Hasil Penelitian Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa antara tahun 2000–2013,
3. Hasil sintesis dan analisis kebijakan tentang pemanfaatan, pengelolaan, dan pengembangan lahan sulfat masam untuk pertanian,
4. *Grand Design* Pengembangan Lahan Rawa,
5. Strategi dan Teknologi Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim,
6. Rumusan berbagai diskusi, temu wicara, dan dialog dengan para pemangku kepentingan (*stakeholder*), termasuk petani terkait dengan lahan rawa sulfat masam.

1.4 SASARAN

Sasaran utama penyusunan Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan adalah:

1. Terbentuknya persepsi dan pandangan yang sama tentang karakteristik, potensi, dan peluang lahan sulfat masam untuk pengembangan pertanian baik di jajaran ilmuwan, pengambil kebijakan (pemerintah pusat dan daerah), jajaran perusahaan dan masyarakat petani, serta *stakeholder* lainnya,
2. Terlaksananya sistem pengelolaan pertanian di lahan sulfat masam secara berkelanjutan yang berdampak positif baik dari segi ekonomi, ekologi maupun sosial masyarakat,
3. Terjalinnnya kerja sama yang baik, serasi, terpadu, dan saling menguntungkan antara ilmuwan, aparat pemerintah, masyarakat (pengusaha dan petani) sehingga mendorong kepada peningkatan produksi dan kesejahteraan petani.

BAB II

LUAS DAN KARAKTERISTIK LAHAN SULFAT MASAM

2.1 LUAS DAN SEBARAN LAHAN SULFAT MASAM

Indonesia mempunyai lahan sulfat masam paling luas dari 35 negara di dunia. Luas lahan sulfat masam di dunia sekitar 19,35 juta hektar. Luas lahan sulfat masam di Indonesia sekitar 8,77 juta ha, termasuk di antaranya 2,07 juta ha hektar lahan sulfat masam yang tertutupi endapan sungai dan gambut tipis. Lahan sulfat masam tersebar di Pulau Kalimantan sekitar 3,45 juta ha, Sumatra 1,81 juta hektar, Papua 2,93 juta ha, dan Sulawesi 0,58 juta ha. Secara keseluruhan lahan sulfat masam menempati 26,26% lahan rawa pasang surut (Tabel 1). Gambar 1 menunjukkan sebaran lahan sulfat masam di Indonesia.

Tabel 1. Luas lahan sulfat masam di Indonesia

Kode	Tipologi Lahan	Luas (ha)	Proporsi (%)	Persen (%) Pasang Surut
SMP	Sulfat masam potensial	1.132.750	12,92	3,39
SMP/G	SMP asosiasi dengan lahan gambut	66.000	0,75	0,20
SMP/S1	SMP asosiasi dengan lahan agak salin	997.430	11,37	2,99
SMP/S2	SMP asosiasi dengan lahan salin	2.127.800	24,26	6,37
SMA/S2	SMA asosiasi dengan lahan salin	2.374.000	27,07	7,11
	Asosiasi berpotensi sulfat masam	2.072.020	23,63	6,20
Jumlah		8.770.000	100	26,26

Keterangan: SMP = Sulfat Masam Potensial, SMA = Sulfat Masam Aktual, G = Gambut, S1 = sangat sesuai, S2 = sesuai bersyarat ringan

Sumber: Diolah dari Nugroho *et al.* (1992)



Gambar 1. Peta sebaran lahan sulfat masam Indonesia

Keterangan: (ungu = gambut, biru = lebak, hijau = pasang surut)

Sumber: BBSDLP,2011

2.2 TIPOLOGI LAHAN SULFAT MASAM

Berdasarkan kedalaman lapisan pirit, tingkat kematangan tanah (*ripeness*), dan sifat kimia tanahnya lahan sulfat masam dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu: sulfat masam potensial (SMP) dan sulfat masam aktual (SMA). Lahan sulfat masam potensial (*Sulfaquent*) dicirikan oleh warna tanah kelabu (*gray*), masih mentah ($n > 0,7$), dan kemasaman sedang sampai masam ($pH < 4,0$), sedangkan tanah sulfat masam aktual (*Sulfaquept*) dicirikan oleh warna kecokelatan pada permukaan, cukup matang ($n < 0,7$), dan sangat masam ($pH < 3,5$). Sebagian lahan sulfat masam berasosiasi dengan gambut (*Histic Sulfaquent*, *Sulfihemist*, *Sulfohemist*, *Sulfisaprist*, *Sulfosaprist*) dan salin (*Salidic Sulfaquept*).

Lahan sulfat masam potensial dapat berubah menjadi lahan sulfat masam aktual apabila mengalami oksidasi akibat drainase yang berlebihan atau kekeringan. Sebaliknya, lahan sulfat masam aktual juga dapat berubah menjadi lahan sulfat masam potensial dengan penggenangan, pengeringan, pencucian, dan pemberian bahan organik dalam waktu yang panjang (Sabiham, 2013). Berdasarkan kedalaman bahan sulfida (sebagian besar pirit) dan kondisi oksidasi-reduksi atau tingkat kemasaman, lahan sulfat masam dapat dibagi atas tujuh tipologi lahan (Tabel 2).

Tabel 2. Tipologi lahan sulfat masam dan penciri utamanya

Kelompok	Tipologi Lahan	Simbol	Kedalaman Lapisan Sulfida dan Kemasaman (pH)
Lahan sulfat masam	Aluvial bersulfida sangat dalam	SMP-3	>100 cm, adanya bahan sulfida/pirit, pH >4,0–4,5
Potensial	Aluvial bersulfida dalam	SMP-2	50–100 cm, adanya bahan sulfida/pirit, pH >4,0
Lahan sulfat masam aktual	Aluvial bersulfida dangkal	SMP-1	<50 cm, adanya bahan sulfida/pirit, pH 3,5–4,0
	Aluvial bersulfida dangkal bergambut	HSM/G-0	< 50 cm; bergambut < 50 cm
	Aluvial bersulfat-1	SMA-1	<100 cm, belum ada ciri horizon sulfurik, pH >3,5 dan tampak bercak berpirit
	Aluvial bersulfat-2	SMA-2	<100 cm, adanya ciri horizon sulfurik, pH <3,5
	Aluvial bersulfat-3	SMA-3	>100 cm, adanya ciri horizon sulfurik, pH <3,5

Sumber: Widjaja Adhi (1995)

2.3 IKLIM

Lahan sulfat masam memiliki rata-rata curah hujan tahunan yang tinggi antara 2.000–4.000 mm. Klasifikasi iklim menurut Oldeman *et al.* (1980), daerah rawa sulfat masam termasuk tipe C_1 – C_2 dan sebagian B_1 , yang mempunyai 5–6 bulan basah (curah hujan > 200 mm/bulan) dan 2–3 bulan kering (curah hujan < 100 mm/bulan). Klasifikasi iklim Koppen (menggabung temperatur dan kelembapan) di daerah rawa sulfat masam termasuk tipe iklim A atau iklim hutan hujan tropis (Af) (McKnight dan Hess, 2000). Menurut Schmidt dan Ferguson (1951), daerah rawa sulfat masam termasuk tipe hujan A sampai B. Tingkat evaporasi harian 3,7–4,9 mm atau 1.493 mm per tahun, sedangkan evapotranspirasi dengan padi lokal mencapai 1.530 mm. Suhu udara rata-rata di lahan sulfat masam 26°C–34°C (BPS, 2012). Berdasarkan kondisi iklim tersebut di atas, maka budi daya tanaman pertanian di lahan sulfat masam dapat berlangsung sepanjang tahun.

2.4 HIDROTOPOGRAFI DAN TIPE LUAPAN

Lahan sulfat masam di kawasan tropika berada pada zona rawa air tawar, payau sampai salin tersebar meliputi pantai, dataran rawa, sampai rawa belakang atau pedalaman di mana tidak didapati lagi pengaruh gerakan pasang. Pengaruh pasang dapat merambat mencapai ratusan kilometer ke pedalaman, tergantung

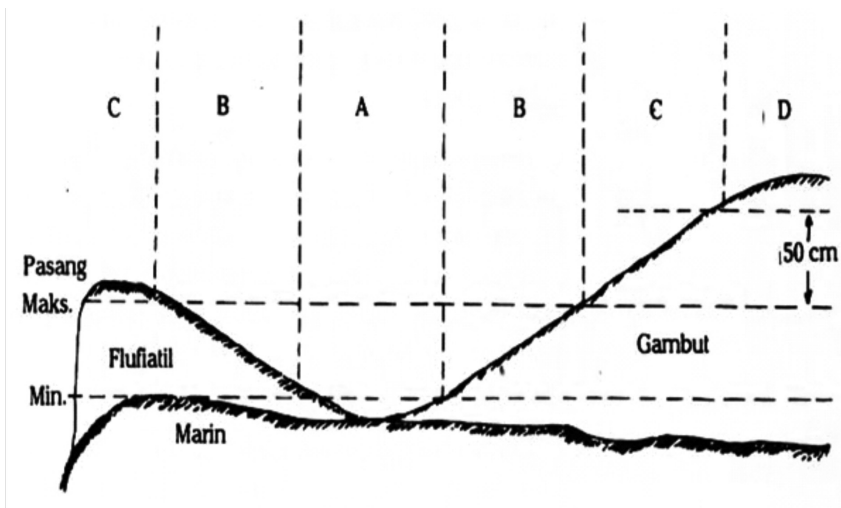
pada letak topografi, bentuk, dan dimensi sungai. Berdasarkan tinggi luapan pasang (hidrotopografi) dan tinggi muka air tanah, lahan sulfat masam dapat dibagi dalam empat tipe luapan, yaitu tipe luapan A, B, C, dan D (Gambar 2).

Tipe Luapan A: daerah lahan sulfat masam yang selalu mendapat luapan pasang baik pasang tunggal (purnama) maupun pasang ganda (perbani) serta mengalami pengatusan secara harian. Wilayah tipe luapan ini meliputi pesisir pantai dan sepanjang tepian sungai.

Tipe Luapan B: daerah lahan sulfat masam yang mendapat luapan hanya saat pasang tunggal (purnama), tetapi mengalami pengatusan secara harian. Wilayah tipe luapan ini meliputi wilayah pedalaman sejauh <math>< 50-100\text{ km}</math> dari tepian sungai.

Tipe Luapan C: daerah lahan sulfat masam yang tidak mendapat luapan pasang dan mengalami pengatusan secara permanen. Pengaruh ayunan pasang diperoleh hanya melalui resapan (*seepage*) dan mempunyai muka air tanah pada jeluk <math>< 50\text{ cm}</math> dari permukaan tanah.

Tipe Luapan D: daerah lahan sulfat masam yang tidak mendapat pengaruh ayunan pasang sama sekali dan mengalami pengatusan secara terbatas. Muka air tanah mencapai jeluk $> 50\text{ cm}$ dari permukaan tanah.



Gambar 2. Skematik pembagian lahan pasang surut berdasarkan tipe luapan

Kegiatan reklamasi atau pembuatan jaringan tata air dapat mengubah tipe luapan wilayah rawa. Adanya saluran-saluran reklamasi mengakibatkan jangkauan pasang lebih jauh masuk ke pedalaman sehingga daerah yang awalnya tipe luapan C dapat menjadi tipe luapan B. Sebaliknya, jika yang terjadi drainase akibat dibangunnya jaringan tata air, maka wilayah yang awalnya tipe luapan B dapat menjadi tipe luapan C karena muka air tanah semakin dalam dari permukaan tanah.

Hampir semua wilayah tipe luapan B setelah reklamasi berubah menjadi tipe luapan C, seperti Barambai, Sakalagun, Belawang, Sei Seluang, Sie Muhur, yang termasuk dalam kawasan Pulau Petak, Kalimantan Selatan. Jadi kemampuan jaringan tata air untuk memasukkan air pada lahan tipe luapan B, tergantung pada keterandalan jaringan tata airnya, selain curah hujan di wilayah dan sekitarnya (di bagian hulu).

Selisih tinggi muka air pada pasang tunggal antara musim hujan dengan musim kemarau pada lahan tipe luapan A mencapai 30 cm dan pada tipe luapan B mencapai 40 cm. Selisih tinggi muka air pada saat pasang ganda antara musim hujan dengan musim kemarau pada lahan tipe luapan B mencapai 70 cm. Tinggi muka air pada musim hujan di lahan tipe luapan C mencapai 65 cm, tetapi pada musim kemarau terjadi kekeringan dengan muka air tanah mencapai >70 cm di bawah permukaan tanah. Selisih tinggi muka air antara saat pasang dengan surut pada saluran sekunder berkisar 1,5–2,5 m (AARD & LAWOO, 1992; Aribawa *et al.*, 1990; Noor, 2004).

2.5 KARAKTERISTIK TANAH SULFAT MASAM

Tanah sulfat masam mempunyai karakteristik fisika, kimia, dan biologi tanah yang spesifik. Karakteristik tanah sulfat masam sangat beragam sehingga antarsatu tempat dengan tempat lainnya dapat berbeda dan sangat dipengaruhi oleh pengelolaan, pemanfaatan dan reklamasi.

2.5.1 Karakteristik Fisika Tanah

Karakteristik fisika tanah utama sulfat masam adalah tekstur tanah yang umumnya liat (*clay*), lempung (*loam*), sebagian berpasir (*sandy*), kerapatan lindak tergolong rendah, yaitu berkisar 0,52–0,95 g/cm³, dan porositas antara 64,2–80,4%. Kondisi ini mengakibatkan daya dukung tanah tergolong rendah. Selain itu, permeabilitas di lapisan atas (0–20 cm) antara 0,34–1,59 cm/jam yang digolongkan lambat sampai agak lambat, tergantung kematangan dan ketebalan dari lapisan tanah cokat (*brown layer*). Pada kedalaman 0–50 cm, ditemukan pori-pori besar, bekas lubang akar, retakan tanah, dan bahan organik sehingga kadang-kadang mudah meloloskan air sehingga lapisan permukaan tanah mudah menjadi kering (Nugroho *et al.*, 1998). Pada kondisi tertentu daya hantar hidrolik secara horizontal dan vertikal sangat lambat sehingga pencucian terhambat (Widjaya-Adhi, 1995).

2.5.2 Karakteristik Kimia Tanah

Karakteristik kimia tanah jelek, antara lain ketersediaan fosfat rendah karena diikat oleh besi atau aluminium dalam bentuk besi fosfat atau aluminium fosfat. Kemasaman tanah yang tinggi memicu larutnya unsur beracun dan kahat

hara makro dan mikro tertentu. Sumber kemasaman tanah sulfat masam berasal dari senyawa pirit (FeS_2) yang teroksidasi melepaskan ion-ion hidrogen dan sulfat yang diikuti oleh penurunan pH menjadi sekitar 3. Nilai kapasitas tukar kation tergolong tinggi dengan kisaran 30,13–40,34 me/100 g tanah. Tingkat kejenuhan basa (NH_4OAc pH 7) tergolong rendah sampai sedang, berkisar antara 24,83–40,11 me/100 g tanah (Subagyo dan Widjaja-Adhi, 1998). Karakteristik fisika dan kimia tanah sulfat masam disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Perbedaan paling nyata antara lahan sulfat masam potensial dan aktual adalah kemasaman tanah, status hara, dan kejenuhan asam ($\text{Al}^{3++} \text{H}^+$). Pada tanah-tanah sulfat masam potensial pH 4,3 (sangat masam sekali) dan status hara P tersedia sedang, dan kation-kation tertukar Ca, Mg, K, dan Na sedang sampai tinggi, dan kejenuhan Al lebih rendah dibandingkan dengan sulfat masam aktual pH 3,6 (masam ekstrem), status hara P rendah dan kation-kation tertukar lebih rendah dan kejenuhan Al tinggi sehingga lahan sulfat masam potensial lebih baik dan sesuai untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian. Karakteristik tanah sulfat masam dari Sumatra (Tabel 4) ternyata lebih baik dibandingkan Kalimantan (Tabel 3). Hal ini karena lahan sulfat masam di Sumatra mendapatkan pengayaan dari bahan vulkanik.

Tabel 3. Karakteristik fisika dan kimia tanah pada lahan sulfat masam di Kalimantan

Sifat-sifat Tanah*)	Sulfat Masam Potensial		Sulfat Masam Aktual	
	Lap. atas (0–50 cm)	Lap. bawah (50–200 cm)	Lap. Atas (0–50 cm)	Lap. Bawah (50–200 cm)
Tekstur Tanah	Liat debuau (SiC)	Liat (C)	Liat debuau (SiC)	Liat (C)
pH H_2O (1: 5)	4,3	3,5	3,6	2,8
DHL (1: 5) (dS/m)	7,25	7,32	5,69	4,34
C-organik (%)	9,16	6,61	10,93	7,51
N-total (%)	0,59	0,28	0,49	0,22
P_2O_5 HCl (mg/100 g)	115	33	45	17
K_2O HCl(mg/100 g)	32	29	81	73
P_2O_5 Bray II (ppm)	17,7	15,2	19,3	12,6
Ca tertukar (cmol/kg tanah)	5,11	4,61	4,12	3,49
Mg tertukar (cmol/kg tanah)	7,05	8,02	9,25	8,30
K tertukar (cmol/kg tanah)	0,56	0,43	0,89	0,37
Na tertukar (cmol/kg tanah)	6,01	4,91	14,87	9,70
KTK pH 7 (cmol/kg tanah)	31,5	28,9	37,2	33,5
Kejenuhan basa (%)	49	55	42	40
Kejenuhan Al (%)	35	47	71	67
Pirit (%)	1,12	1,35	1,07	2,38

*) Nilai rata-rata dari 27 contoh tanah

Sumber: Subagyo (2006)

Tabel 4. Karakteristik fisika dan kimia tanah pada lahan sulfat masam potensial di Sumatra

Sifat-Sifat Tanah	Sulfat Masam Potensial	
	Lap. Atas (0–50 cm)	Lap. Bawah (50–200 cm)
Tekstur Tanah	Liat Debuhan (SiC)	Liat Debuhan (SiC)
pH H ₂ O (1: 5)	4,0	3,8
DHL (1: 5) (dS/m)	-	-
C-organik (%)	20,54	6,31
N-total (%)	0,70	0,17
P ₂ O ₅ HCl (mg/100 g)	58	20
K ₂ O HCl(mg/100 g)	35	60
P ₂ O ₅ Bray II (ppm)	32,3	17,0
Ca tertukar (cmol/kg tanah)	7,84	7,95
Mg tertukar (cmol/kg tanah)	10,89	14,19
K tertukar (cmol/kg tanah)	0,64	0,55
Na tertukar (cmol/kg tanah)	2,34	5,61
KTK pH 7 (cmol/kg tanah)	62,5	32,7
Kejenuhan basa (%)	35	84
Kejenuhan Al (%)	32	30
Pirit (%)	1,12	1,35

Sumber: Subagyo (2006)

2.5.3 Karakteristik Biologi Tanah

Lahan sulfat masam mempunyai karakteristik biologi tanah dengan adanya berbagai mikroorganisme. Mikroorganisme yang banyak ditemui di lahan sulfat masam adalah genus *Desulfovibrio* yang berperan dalam pereduksi sulfat yang bersifat *obligat anaerob* yang hanya mampu hidup dan berkembang dalam suasana anaerob. Mikroorganisme yang berperan dalam oksidasi besi dan pirit di lahan sulfat masam adalah genus *Thiobacillus* yang terdiri atas tiga jenis, yaitu: (1) *Thiobacillus ferrooxidans* yang mengoksidasi Fe (II) dan pirit (FeS₂), (2) *Thiobacillus acidophilus*, berperan mengoksidasi pirit hanya pada keadaan tertentu, dan (3) *Thiobacillus thiooxidans* yang hanya mengoksidasi sulfur dan pirit, dan *T. ferrooxidans* secara cepat menghasilkan Fe³⁺ dari Fe²⁺ dalam suasana masam, (Subba-Rao, 1994).

Fauna tanah yang dijumpai di lahan sulfat masam pada surjan dan tukang yang ditanami jeruk adalah *Gryllidae*, *Lycosidae*, *Carabidae*, *Spirobolidae*, *Araneidae*, *Polydesmidae*, *Formicidae*, *Staphylinidae*, *Pyrocoridae*, *Pentatomidae*, *Glomeridae*, *Thomisidae*, *Megascolecidae*, *Glosscolecidae*, *Blattidae*. Makrofauna tanah dominan yang mempunyai hubungan dengan kualitas tanah adalah cacing tanah, dan semut besar, sedangkan mesofauna tanah dominan di lahan sulfat masam adalah ordo *Acarina* dan *Hymenoptera* (Famili *Formicidae*) (Balittra, 2006).

2.6 KEANEKARAGAMAN HAYATI

Lahan sulfat masam alami merupakan habitat berbagai jenis flora dan fauna baik yang masih liar maupun yang sudah dibudidayakan, antara lain berbagai tumbuhan mangrove seperti api-api, bakau yang menempati wilayah pantai atau payau; tumbuhan semak dan pohon kayu seperti belangiran, galam, perupuk, karamunting, yang menempati daerah rawa belakang atau tanggul sungai; dan semak berupa purun tikus, bulu babi, paku-pakuan yang menempati wilayah tergenang. Lahan sulfat masam juga menjadi tempat perkembangbiakan berbagai hewan liar seperti berbagai serangga, unggas, ikan, dan binatang melata seperti ular, buaya, biawak serta binatang mamalia kecil seperti kijang atau kancil, babi, dan monyet.

Lahan rawa sulfat masam juga merupakan habitat ikan-ikan hitam yang paling digemari masyarakat seperti gabus, toman, papuyu atau betok, sepat, dan kapar. Pada kondisi kualitas air (pH) yang lebih baik, beberapa jenis ikan putih bermigrasi ke rawa sulfat masam seperti seluang, patin, baung, lais, udang, adungan, sanggang, lundu dari sungai sekitarnya. Keanekaragaman hayati di atas seyogianya tetap diberi ruang dengan menyisakan sepertiga bagian kawasan pengembangan apabila lahan rawa sulfat masam dibuka atau direklamasi sehingga rantai makanan lokal tetap terpelihara (Noor, 2004).

2.7 KARAKTERISTIK SOSIAL EKONOMI LAHAN SULFAT MASAM

2.7.1 Karakteristik Petani

Petani lahan rawa pasang surut sulfat masam umumnya tergolong berumur tua (>40 tahun), pendidikan hanya tamat sekolah dasar (7–9 tahun), pengalaman bertani cukup lama (18–20 tahun), dan pemilikan lahan cukup luas (2,1–2,5 ha), tetapi yang tergarap hanya 60–90% (1,5–2,1 ha) (Tabel 5). Berdasarkan tingkat pendidikan, petani di lahan sulfat masam termasuk kriteria kurang progresif dalam mengadopsi teknologi. Menurut Rozi *et al.* (2012), semakin tinggi pendidikan semakin tinggi adopsi terhadap komponen teknologi Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) yang dianjurkan. Namun demikian, pengalaman petani yang cukup lama (rata-rata 19,04 tahun) berarti pemahaman terhadap kondisi, perilaku lingkungan, dan sumber daya lahannya cukup baik. Di sisi lain menunjukkan bahwa perubahan budaya atau kebiasaan juga membutuhkan waktu yang relatif lama. Menurut Azahari (1988), semakin lama pengalaman maka semakin tinggi partisipasinya dalam pembangunan pertanian.

Ketersediaan tenaga kerja keluarga petani di lahan rawa pasang surut sulfat masam rata-rata 505,32 HOK/KK/tahun (Tabel 5). Jumlah tenaga kerja sering dijadikan sebagai bahan pertimbangan petani dalam pengambil keputusan. Tenaga kerja yang tersedia umumnya digunakan untuk usahatani, nonusahatani dan waktu luang. Jika dihubungkan dengan luas garapan 1,54–2,1 ha, dengan asumsi pola

tanam padi-padi, maka curahan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk padi 265–361 HOK dan traktor 10,78–29,4 HKT, maka pola tanam sawit dupa dapat dilakukan.

Tabel 5. Karakteristik petani lahan rawa pasang surut

Karakteristik	Kalsel/Kalteng ¹	Kalsel ²	Rerata
Pendidikan (th)	7,46	8,18	7,82
Pengalaman (th)	19,66	18,43	19,04
Tenaga kerja produktif (HOK/KK/TH)	495,52	515,12	505,32
Luas pemilikan lahan (ha)	2,14	2,49	2,63
Luas lahan garapan (ha)	1,54	2,10	1,82

Sumber: ¹) Rina (2012), ²) Rina and Nursyamsi (2013)

2.7.2 Pendapatan dan Biaya Usahatani

Lahan sulfat masam umumnya ditanami padi lokal oleh penduduk setempat. Petani transmigrasi dari Jawa, NTT, dan Bali membawa kebiasaan bertanam berbagai palawija dan sayuran ke lahan sulfat masam. Sejak tahun 1999, petani transmigrasi, UPT Terantang, Kab. Barito Kuala, Kalsel mencoba mengembangkan jeruk siam dengan sistem surjan seluas 2.000 ha dengan hasil ribuan ton setiap tahun. Keberhasilan usahatani padi–jeruk ini telah meningkatkan pendapatan petani secara nyata dari rata-rata Rp14.070.000 menjadi Rp34.570.000 per tahun (131%) sehingga mendorong kenaikan konsumsi keluarga petani sebesar Rp12.405.000 yaitu dari Rp10.695.000 menjadi Rp23.100.000 per tahun (53,7%). Namun demikian, surplus masih cukup tinggi yaitu Rp19.650.000 (186%) dibandingkan semula Rp3.375.000 (Sutikno *et al.*, 2009). Sedangkan pendapatan rata-rata petani di lahan sulfat masam hanya sebesar Rp19.644.632,5/KK/tahun (Tabel 6).

Pengeluaran rumah tangga petani di lahan sulfat masam rata-rata Rp17.987.895/KK/tahun, yang terdiri atas kebutuhan pangan (67%), nonpangan (27%), dan kegiatan investasi produktif (6%). Pendapatan dikurangi pengeluaran per tahun menjadi modal usahatani selanjutnya, yakni sekitar Rp1.656.737,5/ha (Tabel 6). Jika modal untuk bertanam padi dibutuhkan sebesar Rp6.908.602/ha, maka modal tersebut belum mencukupi biaya untuk usahatani.

Tabel 6. Pendapatan dan pengeluaran petani di lahan pasang surut sulfat masam

Uraian	KalSel ¹	Kalsel/Kalteng ²	Rerata
Pendapatan (Rp/KK/Th)	20.849.943	18.439.322	19.644.632,5
Pengeluaran (Rp/KK/Th)	18.849.125	17.126.665	17.987.895,0
Saldo (Rp/KK/Th)	2.000.818	1.312.657	1.656.737,5

Sumber: ¹) Rina dan Antarlina (2011); ²) Rina (2012)

Usahatani padi, jagung, kedelai, kacang tanah, cabai rawit, tomat, terung, dan bayam di lahan pasang surut sulfat masam menguntungkan dan efisien ($R/C > 1$). Jeruk siam merupakan komoditas unggulan di Kalimantan Selatan karena menunjukkan sangat layak secara finansial dengan $B/C > 1$, NPV positif dan $IRR >$ tingkat bunga yang berlaku dengan masa investasi pada umur 3–4 tahun pada tingkat harga jeruk Rp4.500/kg (Tabel 7).

Tabel 7. Analisis investasi usahatani pola padi + jeruk + sayuran di lahan sulfat masam, UPT Terantang, Kabupaten Barito Kuala, Kalsel 2012.

Kriteria Investasi	Tingkat Bunga		
	Df 12%	Df 15%	Df 18%
B/C	1,32	1,27	1,22
NPV (IDR)	25.367.897,32	19.864.640,65	14.371.907,96
IRR (%)	39,10	38,96	38,78
MPI	3–4 tahun		

Keterangan: B/C = *benefit cost ratio*; NPV = *net present value*; IRR = *intern rate of return*; DF = *discount factor* (tingkat bunga); MPI = masa pengembalian investasi.

Sumber: Rina (2012)

2.7.3 Keunggulan Kompetitif Komoditas Pertanian

Jenis komoditas yang diusahakan petani di lahan sulfat masam mempunyai nilai keunggulan kompetitif, artinya komoditas tersebut lebih menguntungkan dibandingkan dengan komoditas lainnya. Komoditas yang dapat diusahakan antara lain padi unggul, kacang hijau, kedelai, ubi kayu, cabai, tomat, pare, mentimun, gambas, terong, buncis dengan keunggulan kompetitif yang berbeda satu sama lain. Rina dan Syahbuddin (2013) mengemukakan bahwa usahatani (pada sawah surjan) padi unggul – unggul (IP 200) pada lahan sulfat masam tipe luapan A, dan B lebih menguntungkan, sedangkan pada tipe luapan C padi lokal (IP 100) lebih menguntungkan. Sementara itu, pada bagian surjan ditanami jeruk siam (Tabel 8).

Tabel 8. Peringkat keunggulan kompetitif tanaman di lahan sawah dan guludan tanpa jeruk pada berbagai tipe luapan di lahan sulfat masam, 2009

Tipologi Lahan	Urutan Keunggulan Tanaman	Nilai Q_1
Sawah		
Tipe luapan A	padi unggul-padi unggul	1.6
Tipe luapan B	padi unggul-padi unggul	1.5
Tipe luapan C	padi lokal	1,0

Tabel 8. Peringkat keunggulan kompetitif tanaman di lahan sawah dan guludan tanpa jeruk pada berbagai tipe luapan di lahan sulfat masam, 2009 (lanjutan)

Tipologi Lahan	Urutan Keunggulan Tanaman	Nilai Q_i
Guludan MK I		
Tipe luapan A	1. tomat, 2. terung, 3. cabai rawit	3,1-1,5-1,0
Tipe luapan B	1. tomat, 2. terung, 3. cabai rawit	3,1-1,5-1,0
Tipe luapan C	1. tomat, 2. terung, 3. cabai rawit	2,7-1,6-1,0
Guludan MK II		
Tipe luapan A	1. tomat, 2. cabai rawit	1,4-1,0
Tipe luapan B	1. tomat, 2. cabai rawit	1,4-1,0

Sumber: Rina dan Syabuddin (2013)

Menurut Ar-Riza *et al.* (2003) bahwa usahatani di lahan sulfat masam untuk tipe luapan A yang paling unggul adalah jeruk, kemudian kelapa dan padi lokal; untuk tipe luapan B paling unggul adalah nenas, tomat, cabai, jeruk dan padi unggul; sedangkan pada tipe luapan C paling unggul adalah padi lokal kemudian kacang tanah dan kedelai. Pemilihan komoditas harus mempertimbangkan aspek: (1) kesesuaian agroteknis, (2) ekonomis, (3) sosial, (4) pemasaran, dan (5) ketahanan pangan.

2.7.4 Kelembagaan

Untuk mendukung lancarnya pelaksanaan kegiatan usahatani yang berorientasi agribisnis diperlukan partisipasi pelaku dan dukungan kelembagaan. Menurut Syahyuti (2003), kelembagaan pertanian terdiri atas lima kelompok, yakni (1) kelembagaan sarana produksi, (2) kelembagaan produksi, (3) kelembagaan pengolahan hasil, (4) kelembagaan pemasaran, dan (5) kelembagaan pendukung berupa kelembagaan permodalan dan penyuluhan.

Kelembagaan Sarana Produksi

Selama ini penyediaan sarana produksi (benih tanaman/ternak, pupuk, pestisida) melibatkan berbagai instansi seperti Balai Pengkajian Sertifikat Benih (BPSB), PUSRI, PT Pertani, dan beberapa perusahaan swasta. Lembaga koperasi unit desa (KUD) dan kios merupakan perpanjangan tangan dari lembaga tersebut untuk pendistribusian. Benih seperti sayuran kadang tidak tersedia di lokasi kecamatan, tetapi tersedia di kabupaten. Pupuk dan pestisida diperoleh di kios-kios saprodi yang tersebar di lokasi kecamatan atau dibeli melalui pedagang keliling “pasar mingguan”. Pengusaha *Rice Milling Unit* (RMU) di Sumatra Selatan membangun kemitraan dengan petani, khususnya dalam penyaluran sarana produksi (pupuk urea dan TSP).

Sarana produksi disalurkan oleh pengusaha RMU kepada petani menjelang musim tanam dan dibayar dengan sistem yarnen dengan tingkat bunga antara 5–8% per musim tanam (Hermanto *et al.*, 2007).

Kelembagaan Produksi

Kelembagaan yang bergerak di dalam produksi meliputi rumah tangga petani sebagai unit usaha terkecil, kelembagaan kelompok tani, dan kelembagaan kelompok Persatuan Petani Pemakai Air (P3A). Kelompok tani adalah lembaga tempat belajar bagi anggotanya untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, sikap, dan sebagai wahana kerja sama seperti gotong royong, arisan, dan usaha simpan pinjam. Aktivitas kelompok tani ini sangat tergantung pada tenaga penyuluh pertanian lapang (PPL)-nya. Kelompok tani di Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan tahun 1994 berjumlah 453 kelompok, meningkat 2,5 kali lipat pada tahun 2013 menjadi 1.596 kelompok. Namun, status kemampuan kelompok menurun dengan hilang atau turunnya status utama pada tahun 2013 (Tabel 9). Pembentukan kelompok tani terkesan dipaksakan secara formal sebagai prasyarat untuk menerima dan melaksanakan program pemerintah (Iqbal *et al.*, 2007).

Tabel 9. Perkembangan jumlah dan status kelompok tani di Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan tahun 1999–2013

Uraian	Tahun 1994¹	Tahun 2013²	Peningkatan (%)
Jumlah Kelompok Tani	453	1.596	252,3
Status Kemampuan:			
- Pemula	240	1.317	448,7
- Lanjut	186	250	34,4
- Madya	26	29	11,5
- Utama	1	-	100 -

Sumber: 1) Noorinayuwati dan Rina (2003), 2) Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalsel (2013)

Menurut Hermanto (2007), keberadaan dari sebagian besar kelompok tani perlu dibina secara rutin agar kemampuan dan dinamikanya meningkat sehingga dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Persatuan Petani Pemakai Air di lahan rawa pasang surut menghadapi masalah internal, yakni belum mengertinya para anggota tentang hak dan kewajibannya serta masih rendahnya penguasaan teknologi budi daya dan pemilikan modal. Masalah eksternal meliputi masih kurangnya dukungan dan pengawasan oleh instansi terkait, prasarana/bangunan yang belum lengkap, dan kurangnya peran koperasi unit desa (KUD) dalam hal pengadaan sarana dan pemasaran gabah (Noorinayuwati dan Rina, 2003).

Kelembagaan Pascapanen dan Pengolahan Hasil

Kelembagaan pascapanen dan pengolahan hasil di lahan sulfat masam pada dasarnya belum tersedia atau terbentuk. Misalnya pada usahatani padi, kegiatan panen dan pascapanen menggunakan sistem bawon 6 : 1, yaitu 5 bagian untuk pemilik dan 1 bagian untuk buruh atas kesepakatan. Bagi petani yang tidak memiliki penggilingan padi, dapat ke gudang penggilingan. Kegiatan pengolahan (giling gabah), besaran upah yang diterima RMU berkisar 10–15% dari hasil beras dengan proporsi \pm 30% untuk upah operator dan 70% untuk pemilik, sedangkan pemanfaatan dedak 50% untuk pemilik dan 50% lainnya untuk operator. Kebanyakan penggilingan dikelola secara pribadi karena dari modal pribadi.

Kelembagaan Pemasaran

Pemasaran hasil pertanian di lahan sulfat masam umumnya melalui pedagang pengumpul desa atau pemilik penggilingan. Rantai pemasaran di daerah pasang surut Sumatra Selatan cukup panjang: petani-pengumpul desa-pengumpul kecamatan-pedagang besar (provinsi).

Khusus jeruk di Kalimantan Selatan, pemasaran melalui Koperasi Usaha Bersama Agribisnis (KUBA). Menurut Listianingsih *et al.* (2006), pemasaran jeruk di Kalimantan Selatan menjangkau pasar Surabaya dan Kalimantan Timur (94%) serta Kalimantan Tengah (3%).

Kelembagaan Pendukung

a. Permodalan

Kondisi permodalan petani di lahan sulfat masam masih rendah. Sarana produksi dan upah tenaga kerja cukup tinggi. Modal petani dari sisa pengeluaran untuk memenuhi kebutuhan hidup keluarga petani sangat tidak memadai. Petani mendapat kredit pinjaman dari berbagai sumber dengan tingkat bunga tertentu. Misalnya, melalui Bantuan Langsung Masyarakat dan skim Kredit Ketahanan Pangan-Energi (KKP-E) dan PKBL (Program Kemitraan Bina Lingkungan, dari penyisihan laba BUMN). Bagi petani/peternak dapat melalui kredit usaha rakyat (KUR) dengan pola penjaminan untuk UMKM. Jika petani tidak dapat meminjam uang pada kredit program pemerintah, maka petani akan memanfaatkan sumber kredit informal (pelepas uang/rentenir) meskipun tingkat bunga yang ditawarkan jauh lebih tinggi dengan sistem pembayaran setelah panen dengan persyaratan pinjaman hanya saling percaya.

b. Penyuluhan

Kelembagaan penyuluhan pertanian yang ada adalah Balai Penyuluhan Kecamatan (BPK) di tingkat kecamatan, Badan Pelaksana Penyuluhan di tingkat kabupaten, dan Badan Koordinasi Penyuluhan di tingkat provinsi.

Hanya saja pelaksanaan program (rencana) kerja tahunan PPL belum terintegrasi dan terkoordinasi dengan instansi terkait, kurangnya sumber daya (manusia, fasilitas, dana) baik di tingkat kabupaten maupun tingkat kecamatan, serta medan yang sulit dan luas. Seorang penyuluh pertanian memiliki wilayah kerja idealnya satu desa, namun harapan tersebut tidak terpenuhi. Contoh di Kabupaten Barito Kuala pada tahun 2014, jumlah desa 201 buah sementara jumlah PPL PNS 103 orang, berarti 1 orang PPL membina 1–2 desa. PPL sekarang tidak saja harus memahami masalah teknis tetapi juga perilaku petani sehingga PPL perlu juga melengkapi pengetahuannya terkait ilmu-ilmu sosial dan ekonomi untuk menumbuhkan sifat-sifat wirausaha di kalangan petani.

BAB III

POTENSI DAN PERMASALAHAN PERTANIAN DI LAHAN SULFAT MASAM

Pengembangan pertanian di lahan sulfat masam mempunyai akar yang kuat dalam sejarah pembangunan pertanian dan ketahanan pangan nasional. Keberhasilan Suku Banjar di pesisir Kalimantan dan daerah migrasinya di Riau, Jambi (Sumatra) bahkan sampai di Perak (Malaysia) dan Brunai Darussalam dan suku Bugis yang bermigrasi di pesisir Sumatra dan Kalimantan dalam pengelolaan pertanian, khususnya sawah, menginisiasi pemerintah untuk membuka lahan rawa.

Pada tahun 1969, pemerintah merencanakan pembukaan lahan rawa, termasuk lahan sulfat masam dengan target seluas 5,25 juta ha yang tersebar di tiga pulau besar Kalimantan, Sumatra, dan Papua (Direktorat Rawa, 1968). Namun, lahan rawa pasang surut yang telah dimanfaatkan untuk pertanian diperkirakan baru sekitar 1,43 juta ha (53%) dari luas yang telah dibuka. Selain itu, terdapat lahan rawa pasang surut yang dibuka secara swadaya oleh masyarakat setempat sekitar 3,0 juta ha (Noor, 2004).

Pengembangan pertanian dalam arti luas di lahan rawa, termasuk sulfat masam memerlukan perencanaan yang tepat dimulai dari (1) pemilihan lokasi dengan melakukan survei dan inventarisasi, (2) pemilihan cara reklamasi atau pembukaan lahan, dan (3) pengelolaan pascareklamasi, termasuk penerapan *input* dan inovasi teknologi. Selanjutnya akan dikemukakan potensi dan permasalahan pertanian di lahan sulfat masam meliputi teknis tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, peternakan dan perikanan; masalah sosial ekonomi pertanian; serta masalah degradasi lahan dan lingkungan.

3.1 POTENSI DAN MASALAH TEKNIS PERTANIAN

3.1.1 Tanaman Pangan

Tanaman pangan, khususnya padi, merupakan komoditas paling luas dibudidayakan di lahan sulfat masam. Namun, akhir-akhir ini semakin terdesak oleh komoditas lain terutama kelapa sawit. Budi daya padi umumnya masih bersifat tradisional yang diusahakan sekali setahun dengan menggunakan sistem tanam pindah, varietas lokal, pupuk terbatas, dan produktivitas rendah antara 1,5–2,0 t GKG/ha (Khairullah, 2007; Saragih dan Nurzakiah, 2011). Sedangkan

hasil penelitian menunjukkan produktivitas padi unggul di lahan sulfat masam dengan *input* dan pengelolaan yang baik dapat mencapai 4,80–6,61 t GKG/ha (Widjaja Adhi dan Alihamsyah, 1998; Balittra, 2013). Selain peluang untuk peningkatan produktivitas, di beberapa lokasi intensitas pertanaman (IP) juga berpeluang ditingkatkan. Peningkatan intensitas tanam menjadi dua atau tiga kali setahun (IP 200–300) memerlukan dukungan antara lain (1) revitalisasi jaringan tata air makro, (2) jaringan tata air mikro pada hamparan persawahan yang baik, (3) varietas yang adaptif dan berumur genjah, (4) alat dan mesin pertanian, dan (5) pupuk dan pestisida.

Tanaman palawija seperti jagung, kedelai, kacang hijau, kacang tanah, dan ubi kayu ditanam secara monokultur setelah tanam padi. Selain itu, pada lahan yang terluapi pasang (tipe luapan B), palawija ditanam dengan sistem surjan. Hasil palawija yang dicapai petani masing-masing untuk jagung rata-rata 3,24 t pipilan kering/ha, kedelai 0,8 t biji kering/ha, kacang hijau 0,9 t biji kering/ha, dan ubi kayu 19,53 t umbi/ha (Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalsel, 2013). Sementara hasil penelitian menunjukkan jagung dapat mencapai 5,53 t pipilan kering/ha, kedelai 1,77 t biji kering/ha, kacang hijau 2,85 t biji kering, dan ubi kayu 25,50 t umbi/ha (Balittra, 2013; Balitkabi, 2011). Produktivitas palawija yang dicapai petani pada lahan sulfat masam umumnya masih sangat rendah, karena (1) kemasaman tanah dan senyawa racun yang tinggi, (2) kebasahan pada musim hujan, (3) kekeringan pada musim kemarau, (4) kualitas air yang rendah, dan (5) serangan gulma, hama, dan penyakit yang masih tinggi. Kesenjangan hasil penelitian dengan di tingkat usahatani menunjukkan bahwa dengan penerapan inovasi teknologi produktivitas lahan sulfat masam dapat ditingkatkan.

3.1.2 Tanaman Hortikultura

Tanaman hortikultura yang dibudidayakan di lahan sulfat masam terdiri dari (1) buah-buahan seperti jeruk siam, nenas, rambutan dan (2) sayuran seperti tomat, terung, timun, kacang panjang, sawi, dan cabai. Tabel 10 menyajikan hasil produktivitas tanaman hortikultura di lahan sulfat masam.

Hasil hortikultura yang dicapai petani (*existing*) dengan hasil penelitian menunjukkan kesenjangan yang cukup besar. Hal ini menunjukkan bahwa potensi hasil tanaman hortikultura di lahan sulfat masam dapat ditingkatkan melalui penerapan inovasi teknologi dan pengelolaan lahan yang baik.

Tabel 10. Produktivitas tanaman hortikultura di lahan sulfat masam

Jenis Hortikultura	Satuan	Hasil Existing ¹⁾	Hasil Penelitian ²
Sawi	t/ha	1,79	2,50
Cabai merah	t/ha	1,84	3,59
Mentimun	t/ha	5,59	7,25
Buncis	t/ha	3,16	5,75
Kubis K-K cross	t/ha	2,06	10,87
Melon	t/ha	6,74	10,19
Jeruk siam	kw/pohon	0,95	1,62
Tomat	t/ha	8,89	12,18
Terung	t/ha	6,25	14,10

Sumber: ¹⁾Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalsel (2013); ²⁾Balittra (2011)

3.1.3 Tanaman Perkebunan

Tanaman perkebunan yang luas dikembangkan di lahan sulfat masam adalah kelapa sawit dan karet. Komoditas ini merupakan komoditas strategis yang diharapkan mempunyai kontribusi yang signifikan terhadap tingkat pendapatan, kesempatan kerja, dan devisa negara. Pengembangan kedua komoditas ini di lahan sulfat masam telah menggeser areal tanaman pangan (Asmono *et al.*, 2005). Produktivitas tanaman kelapa sawit di lahan sulfat masam dengan penerapan sistem surjan dan pemeliharaan yang baik dapat menghasilkan 20–30 t TBS/ha setelah 10 tahun, tetapi hasil yang dicapai petani hanya 1,6–5,0 t TBS/ha (Fauzi *et al.*, 2006). Sedangkan produksi tanaman karet sebesar 0,7–0,8 t karet kering/ha/tahun. Produktivitas karet rakyat di lahan rawa umumnya hanya mencapai 0,5–0,6 t karet kering/ha/tahun (Firmansyah *et al.*, 2012 dan Barani, 2012).

Masalah produktivitas pada perkebunan kelapa sawit dan karet di lahan sulfat masam antara lain: kemasaman tanah, keracunan Al, kahat hara serta hama dan penyakit tanaman sehingga diperlukan bahan amelioran dan pupuk yang relatif besar. Masalah lainnya terkait dengan infrastruktur seperti tata air yang belum optimal. Proses pembuatan surjan di lahan sulfat masam disinyalir dapat menimbulkan dampak pencemaran lingkungan antara lain pemasaman air akibat melarutnya asam sulfida dan asam organik.

3.1.4 Peternakan

Peternakan yang umumnya berkembang di lahan sulfat masam adalah ayam dan sapi. Ayam dan sapi dapat memberikan kontribusi pendapatan yang cukup signifikan terhadap pendapatan petani. Jenis ayam yang banyak diusahakan adalah ayam buras karena dapat beradaptasi, mudah pemeliharaannya, dan mudah

dipasarkan dengan harga yang stabil. Produksi ayam yang dipelihara secara tradisional atau dalam kandang sistem longyam pada umur 5–6 bulan menghasilkan bobot 400–500 gram dan telur 5–10 butir/periode atau 15–46 butir/ekor/tahun (Ananto *et al.*, 1998; Muslih *et al.*, 2000). Masalah utama dalam peternakan ayam buras di lahan sulfat masam adalah penyakit antara lain pilek, kolera, tetelo, dan cacingan. Pilek pada ayam sangat mudah menular sehingga ayam sakit harus cepat diisolasi dan diobati.

Pemeliharaan sapi di lahan sulfat masam umumnya penggemukan (kereman). Jenis sapi yang umumnya dipelihara di lahan rawa adalah sapi Bali dan lokal. Permasalahan yang dihadapi dalam pemeliharaan sapi ini adalah ketersediaan bibit unggul, pakan, dan serangan penyakit antara lain adalah antrax, penyakit mulut dan kuku, radang paru-paru, radang paha, cacingan, dan kembung.

3.1.5 Perikanan

Selain perikanan tangkap, di lahan sulfat masam juga berkembang sistem tambak, kolam, dan keramba. Jenis ikan yang dikembangkan di lahan sulfat masam antara lain bandeng, nila, sepat siam, jelawat, patin, dan tawes. Ikan-ikan yang dibudidayakan ini sebagian tahan pada pH 4,0 seperti nila (Noor, 2004). Sekarang berkembang sistem kolam plastik dengan jenis ikan lele. Pada kondisi pemeliharaan yang baik, hasil ikan dapat mencapai 1,5 t/ha. Hasil ikan di sulfat masam lebih rendah dibandingkan dengan hasil di lahan potensial yang mempunyai pH air 4–5 (Suriadikarta, 2005). Permasalahan yang dihadapi baik pada sistem tambak atau kolam adalah kualitas air berupa kemasaman (pH rendah), kelarutan Al^{3+} , Fe^{2+} dan Mn^{2+} setelah dilakukan pembuatan tambak atau kolam. Menurut laporan, lahan sulfat masam yang termasuk jenis tanah *Sulfaquent*, *Sulfaquept*, *Sulfihemist*, dan *Sulfisaprist* tidak sesuai untuk tambak (Noor, 2004).

3.2 POTENSI DAN MASALAH SOSIAL EKONOMI

Masalah sosial ekonomi di lahan sulfat masam adalah: (1) tingkat pendidikan yang masih rendah, (2) perbandingan luas lahan dengan manusia (*man land ratio*) rendah, (3) modal investasi rendah, (4) *farmer's share* yang masih lemah, (5) ketersediaan, kualitas, dan akses pupuk terbatas, dan (6) kinerja kelembagaan dan pelayanan belum maksimal.

Tingkat pendidikan petani yang rendah memengaruhi kemampuan untuk menerima, menyaring, dan menerapkan teknologi inovatif. Modal petani rendah karena untuk mengelola lahan diperlukan modal Rp5,01 juta/ha sementara petani hanya dapat menyediakan dari hasil usahatani sebelumnya sebesar 26,22% (Rp1,31 juta/kk/thn). Hal ini menyebabkan kemampuan mengembangkan usahatani menjadi terbatas (Rina, 2012). Indikasi ketersediaan tenaga kerja yang terbatas terlihat dari angka jumlah penduduk di lahan sulfat masam (Kabupaten Batola) yang rendah

(87 jiwa/km²), tingginya nilai rasio luas lahan pertanian terhadap jumlah petani (0,5 ha/jiwa–4,1 ha/jiwa) dan adanya lahan yang tidak tergarap sebesar 20% dari total pemilikan lahan. Ketersediaan pupuk terbatas, jaminan kualitas kurang, dan aksesibilitas petani terhadap pupuk yang berkualitas terbatas (BPS Kabupaten Batola, 2012).

Permasalahan lainnya adalah eksistensi dan kinerja kelembagaan yang masih rendah, seperti penyuluhan, penyediaan sarana produksi, alsintan, permodalan dan pemasaran hasil. Kelembagaan ini saling berkaitan dalam mengemban misi untuk memberikan pelayanan kepada petani untuk meningkatkan kesejahteraannya (Noorinayuwati dan Rina, 2003).

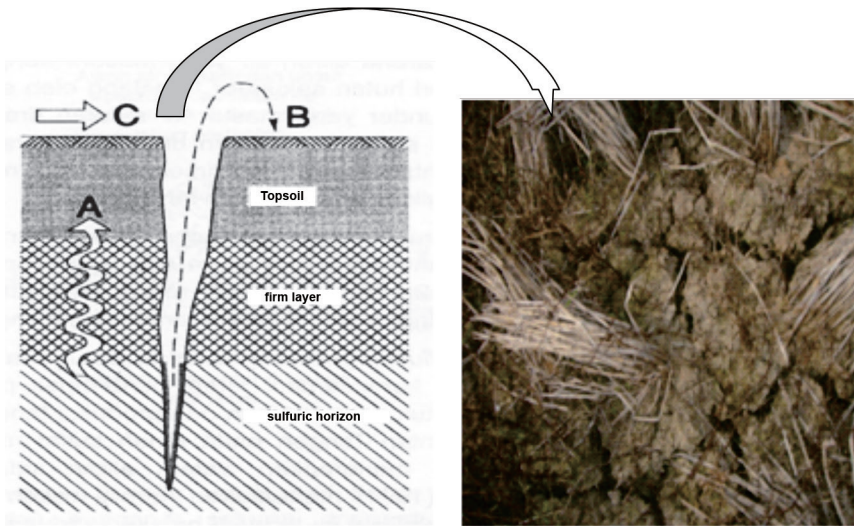
3.3 MASALAH DEGRADASI

3.3.1 Lahan dan Perubahan Iklim

Masalah degradasi lahan dan lingkungan hidup pada lahan sulfat masam muncul pada lahan-lahan yang telah dibuka atau pascareklamasi. Perubahan lingkungan (iklim, tanah, air, flora, dan fauna) merupakan akibat terganggunya ekosistem asli. Untuk menuju ekosistem baru dengan keseimbangan baru memerlukan waktu penyesuaian. Perubahan lingkungan akibat reklamasi ini secara nyata berpengaruh terhadap (1) sistem hidrologis, (2) biodiversiti rawa, (3) substrat akibat penggalian, pemindahan atau penimbunan, (4) pencemaran akibat limbah bahan kimia atau rumah tangga. Menurut Suryadiputra (1996), pengelolaan lahan rawa, termasuk lahan sulfat masam harus didasarkan pada menjaga keseimbangan antara asas manfaat dengan asas risiko (mudarat) yang mungkin terjadi.

3.3.2 Degradasi Lahan

Degradasi lahan sulfat masam dapat dalam bentuk (1) perubahan fisik tanah berupa retakan, (2) pemasaman tanah dan air sebagai akibat dari oksidasi pirit, dan (3) penurunan status hara akibat pencucian. Pemasaman yang terjadi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu (a) pemasaman *insitu*, dan (b) pemasaman akibat aliran air (*seepage*). Retakan (*cracking*) terjadi karena kekeringan (Gambar 3). Melalui retakan-retakan ini oksigen masuk ke dalam lapisan tanah yang selanjutnya mengoksidasi pirit sehingga terjadi pemasaman tanah.

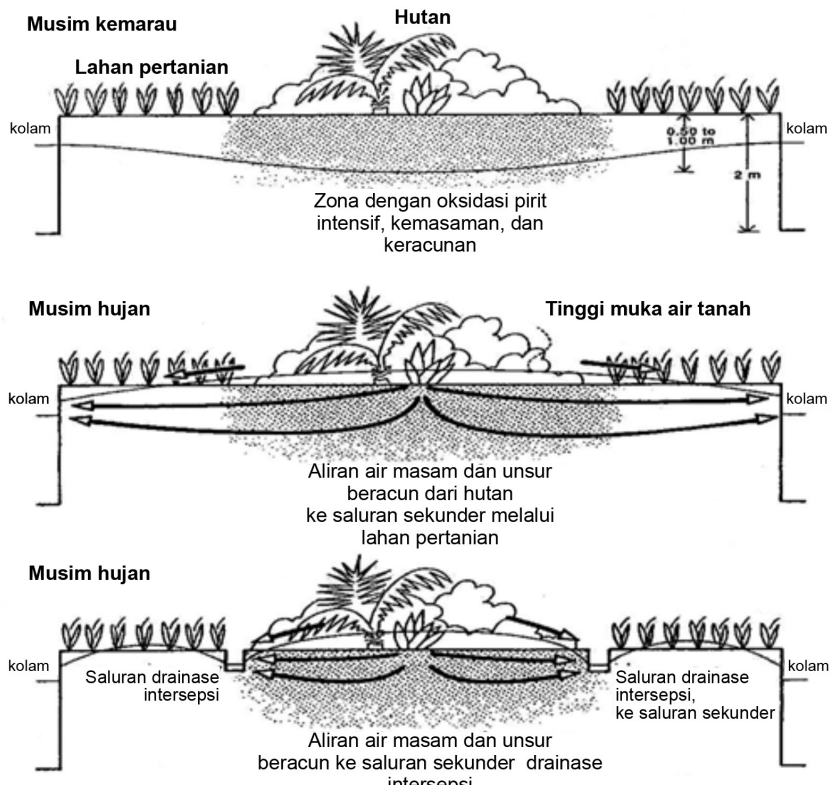


Gambar 3. Retakan (*cracking*) karena kekeringan sehingga memudahkan oksidasi pirit yang menyebabkan pemasaman (Dok. M. Noor)

Menurut Hanhart dan Duong (1993), proses pemasaman pada lahan sulfat masam dapat terjadi melalui (1) difusi, (2) retakan, dan (3) pencucian (*leaching*) asam-asam dari saluran air.

Pada kondisi tergenang, misalnya jika lahan sulfat masam disawahkan atau dikelola sebagai kolam ikan, biasanya pH meningkat, tetapi akan muncul permasalahan baru yaitu keracunan besi II (Fe^{2+}), keracunan hidrogen sulfida (H_2S), dan keracunan CO_2 serta asam-asam organik jika bahan organik tanah tinggi. Keracunan besi pada lahan sawah umumnya akan memberikan pengaruh yang buruk terhadap pertumbuhan tanaman padi.

Pemasaman yang disebabkan oleh aliran air terjadi akibat rembesan dari hutan sekunder seperti hutan galam (Kselik *et al.*, 1993). Pengaruh buruk dari aliran air masam tersebut dapat ditanggulangi dengan membangun saluran drainase intersepsi (*interseptor drained*) antara hutan sekunder dengan lahan yang dikelola (Gambar 4).



Gambar 4. Proses pemasaman melalui aliran bawah tanah dari hutan sekunder dan pencegahan dengan pembuatan saluran drainase intersepsi

Sumber: Kselik *et al.* (1993)

Kemasaman juga terjadi akibat adanya pencucian (*flushing*) sehingga basa-basa sebagai penyangga untuk mengimbangi ion-ion asam berkurang atau hilang. Subagyono *et al.* (1994) menunjukkan sebagian kation Ca^{2+} dan Mg^{2+} ikut tercuci bersamaan dengan kation (Fe^{2+}) dan anion lainnya.

3.3.3 Dampak Perubahan Iklim

Sistem persawahan di lahan sulfat masam berpotensi menyumbang emisi CH_4 pada kondisi tergenang (reduksi kuat, $\text{Eh} < -250 \text{ mV}$).

Menurut Yu *et al.* (2006), kondisi tergenang mempercepat penggunaan serangkaian aseptor elektron seperti O_2 , nitrat, Mn^{4+} , Fe^{3+} dan sulfat. Emisi N_2O muncul akibat penambahan sumber N (pupuk urea atau pupuk kandang), aktivitas mikroorganisme, dan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan bakteri nitrifikasi (pH, suhu, aerasi). Pada lahan sulfat masam yang tergenang, terjadi denitrifikasi, yaitu proses reduksi NO_3^- dan/atau NO_2^- menjadi gas NO , N_2O , N_2 yang dikatalisis oleh mikroorganisme denitrifikasi (Regina, 1998; Ruckauf *et al.*,

2004; Luo *et al.*, 1999). Emisi GRK sangat dipengaruhi oleh penggunaan lahan (jenis tanaman), karakteristik tanah, pengelolaan air, amelioran, dan penggunaan pestisida.

Meningkatnya emisi GRK memicu terjadinya perubahan iklim yang lebih besar dan kuat sehingga berpengaruh terhadap sistem produksi pertanian. Pengaruh tersebut dibedakan atas dua indikator, yaitu kerentanan dan dampak. Kerentanan (*vulnerable*) terhadap perubahan iklim adalah kondisi yang mengurangi kemampuan makhluk hidup (manusia, tanaman, dan ternak) untuk beradaptasi terhadap cekaman akibat perubahan iklim. Dampak perubahan iklim adalah gangguan atau kondisi kerugian dan keuntungan secara fisik maupun sosial dan ekonomi. Berikut ini dikemukakan dampak perubahan iklim terhadap sistem pertanian tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan di lahan sulfat masam.

a. Tanaman Pangan

Tanaman pangan sangat rentan terhadap perubahan pola curah hujan, sehingga berimbas terhadap waktu tanam, luas areal tanam, panen, produktivitas, dan kualitas hasil. Fenomena El-Nino atau La-Nina banyak menyebabkan (a) kegagalan panen, (b) kerusakan sumber daya lahan pertanian, (c) peningkatan luas dan intensitas kekeringan/kebanjiran, dan (d) peningkatan intensitas gangguan organisme pengganggu tanaman (Las *et al.*, 2008). El-Nino diprediksi akan mengancam kekeringan pada pertanaman padi sawah (dari 0,3%–1,4% menjadi 3,1%–7,8%) dan puso (dari 0,04%–0,41% menjadi 0,04%–1,87%). La-Nina tahun 1998 meningkatkan luas tanam padi sawah rawan banjir (dari 0,75%–2,68% menjadi 0,97%–2,99%), puso (dari 0,24%–0,73% menjadi 8,7%–13,8%), dan meningkatnya serangan wereng cokelat. La-Nina juga menyebabkan penurunan produksi padi nasional dari 2,45%–5,0% menjadi lebih dari 10% (Las *et al.*, 2011).

b. Tanaman Hortikultura

Perubahan iklim ada kalanya berdampak positif terhadap tanaman hortikultura. Pada kasus El-Nino tahun 2009, terjadi penurunan serangan hama penyakit pada bawang merah, kangkung, sawi, kentang, kacang panjang, cabai rawit, dan cabai merah (BPSB TPH Jatim, 2009). Hal serupa juga dialami oleh komoditas buah, berbunga serentak lebat dan waktu berbunga maju, khususnya mangga dan jambu air, dan menghasilkan buah yang bagus karena tidak ada serangan hama penyakit.

Perubahan iklim umumnya berdampak negatif terhadap tanaman hortikultura. Kejadian La-Nina tahun 2010 menyebabkan penurunan produksi berbagai komoditas hortikultura, baik kuantitas maupun kualitas. Produksi mangga, pisang, dan jeruk turun 20%–25%, manggis 15%–20%, dan tanaman sayuran 20%–25% (Ditlinhorti, 2011). Di lahan sulfat masam, budi daya hortikultura (sayuran dan jeruk) yang dilaksanakan pada kondisi kering akan terganggu dengan adanya La-Nina ini.

c. Tanaman Perkebunan

El-Nino sangat berpengaruh terhadap produktivitas dan kualitas hasil kelapa sawit, karet, kakao, kopi, dan tebu, terutama akibat defisit air. Produksi kelapa sawit (TBS) menurun sebesar 21–32% akibat defisit air 200–300 mm/tahun dan penurunan menjadi 60% akibat defisit air sebesar 500 mm/tahun (Ditjenbun, 2007). El-Nino juga dapat memicu kebakaran lahan, baik langsung maupun tidak langsung, yang berdampak terhadap penurunan produksi.

BAB IV

TEKNOLOGI INOVASI PERTANIAN LAHAN SULFAT MASAM

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

4.1 TEKNOLOGI INOVASI UNTUK TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA

4.1.1 Pengelolaan Air

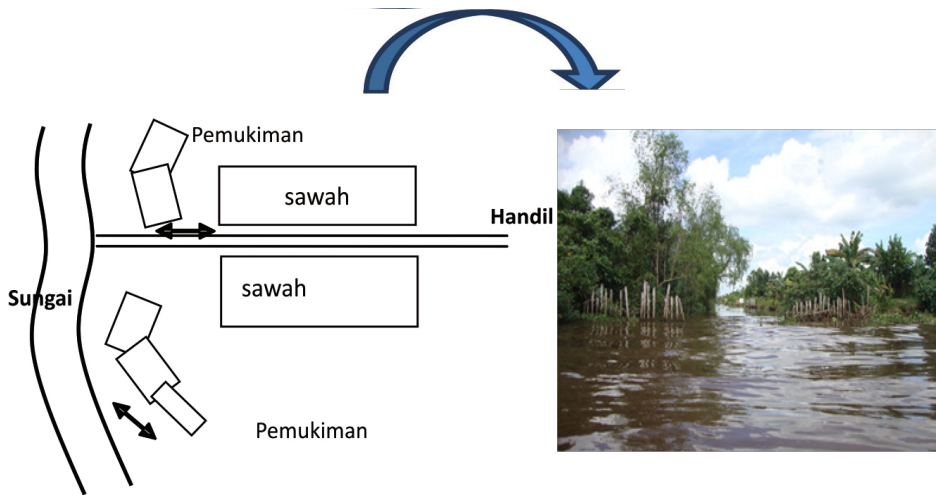
Pengelolaan air yang dimaksudkan di sini adalah pada skala mikro yang disebut juga dengan tata air mikro (TAM). Pengelolaan air mikro (TAM) bertujuan untuk (1) menyediakan air sesuai kebutuhan tanaman, (2) menyimpan atau konservasi air pada saat kemarau dan membuang kelebihan air saat pasang besar dan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

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

a. Sistem Handil

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

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

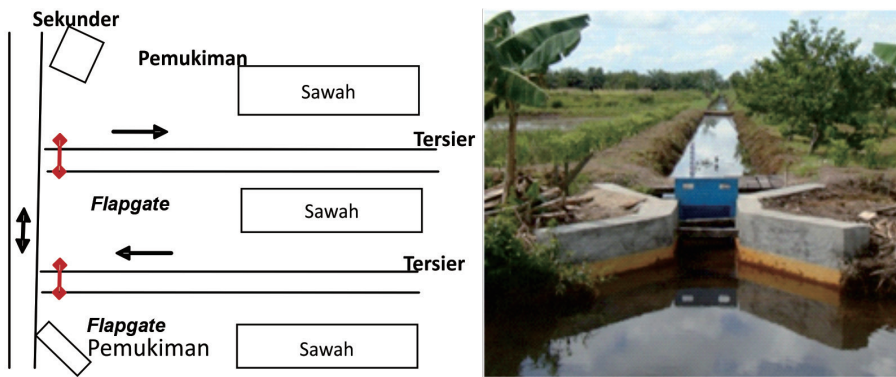


Gambar 5. Sistem handil di lahan sulfat masam Kalimantan

b. Sistem Tata Air Satu Arah

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

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



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

c. Sistem Tabat

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



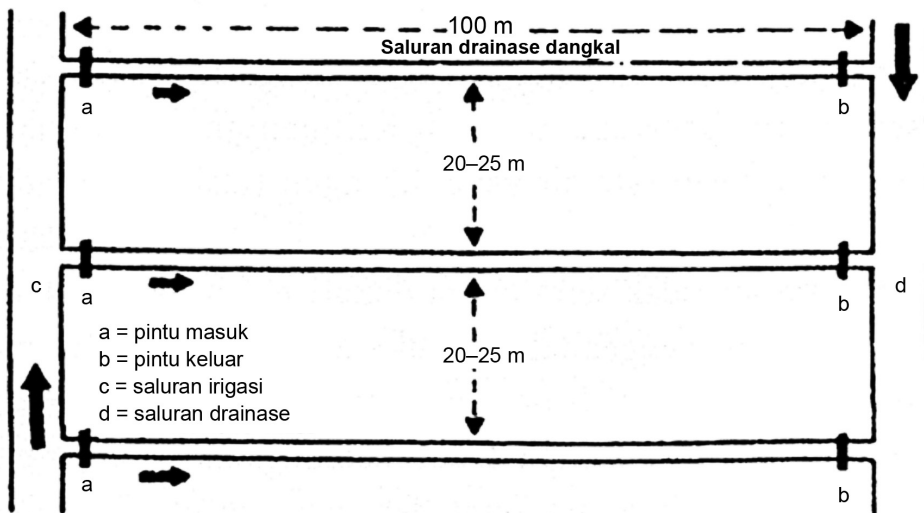
Gambar 7. Model tabat dari kayu dan beton

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

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

e. Sistem Drainase Dangkal

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



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

4.1.2 Penataan Lahan dan Komoditas

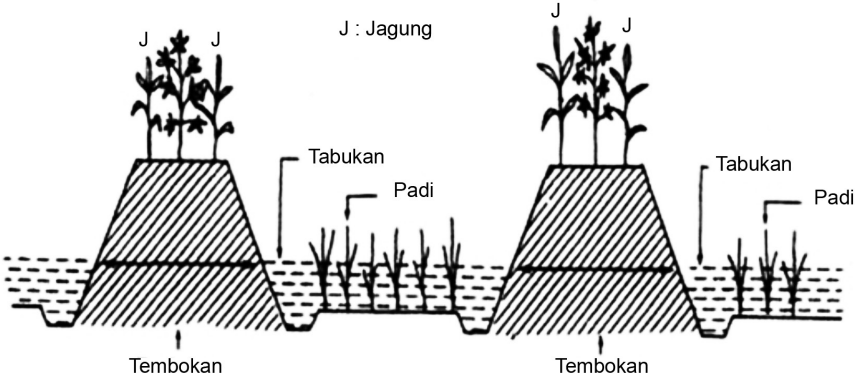
Lahan sulfat masam pada awalnya direkomendasikan untuk budi daya padi sawah sebagaimana dilakukan oleh petani lokal. Introduksi pemanfaatan rawa untuk tanaman lahan kering (palawija dan sayur) yang dibawa transmigrasi dari Jawa maka diperlukan penataan lahan. Penataan lahan di lahan sulfat masam terdiri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

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

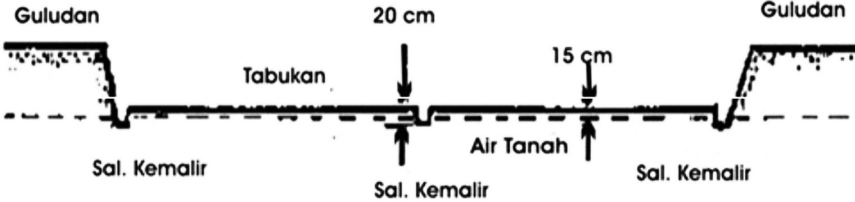
Sistem surjan memiliki beberapa keuntungan, antara lain: (1) meningkatkan intensitas penggunaan lahan, (2) menambah keragaman komoditas yang diusahakan, (3) menekan risiko kegagalan panen, dan (4) meningkatkan pendapatan (Balittra,

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

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



Gambar 9. Model sawah surjan pada lahan sulfat masam



Gambar 10. Bentuk dan penampang melintang saluran kemalir

4.1.3 Penyiapan Lahan

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

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

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

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

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

4.1.4 Ameliorasi dan Remediasi

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

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

4.1.5 Pemupukan

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

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

Rasio kadar gula dan kadar asam dari buah jeruk umumnya dijadikan standar kualitas buah jeruk untuk menunjukkan tingkat kemanisan dari buah jeruk tersebut. Terlihat bahwa kandungan Ca dan Mg pada tanah berkorelasi positif terhadap tingkat kemanisan buah jeruk sedangkan kandungan Al dan SO₄ berkorelasi negatif dengan tingkat kemanisan buah jeruk. Tanah di lahan sulfat masam tipe luapan A mempunyai kandungan Al dan SO₄ yang lebih rendah dibanding dengan tanah di lahan sulfat masam tipe luapan B–C, dengan demikian lahan sulfat masam tipe A menghasilkan buah jeruk yang lebih manis dari lahan sulfat masam tipe luapan B–C (Antarlina *et al.*, 2005).

4.1.6 Pemilihan Varietas

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

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

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

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

4.1.7 Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman

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

a. Gulma

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

b. Hama dan Penyakit Tanaman

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

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

4.1.8 Mekanisasi Pertanian

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

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

4.1.9 Kelembagaan Petani

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

4.2 INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN PERKEBUNAN (KELAPA SAWIT DAN KARET)

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

4.2.1 Pengelolaan Air dan Sistem Drainase

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

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

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

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

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

4.2.2 Ameliorasi dan Pemupukan

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

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

4.2.3 Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman

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

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

4.3 PETERNAKAN DAN PERIKANAN

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

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

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

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

4.4 ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

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

4.4.1 Peta Kalender Tanam (Katam)

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

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

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

4.4.2 Teknologi Perbenihan

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

4.4.3 Teknologi Pengelolaan Air dan Iklim

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

4.4.4 Kearifan Lokal

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

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

4.4.5 Teknologi Adaptif Lainnya

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

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

4.5 MITIGASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

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

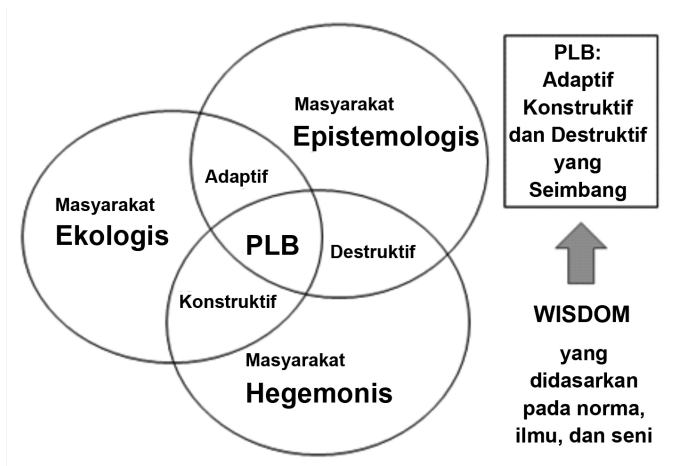
BAB V

ARAH DAN STRATEGI PENGEMBANGAN PERTANIAN DI LAHAN SULFAT MASAM

Pengembangan lahan (*land development*) disyaratkan untuk mawadahi tiga keadaan masyarakat, yaitu (1) masyarakat hegemoni, (2) masyarakat epistemologis, dan (3) masyarakat ekologis. Masyarakat hegemoni, epistemologis, dan ekologis mempunyai perbedaan dasar pendekatan dalam pengembangan. Kalau masyarakat hegemoni mendasarkan pengembangan atas keinginan atau kekuasaan, masyarakat epistemologis mendasarkan pada pengetahuan sebagai pedoman dalam mentransformasi, dan masyarakat ekologis mendasarkan pada asas kesesuaian dengan lingkungan. Pendekatan yang hanya didasarkan kekuasaan (hegemoni) dan pengetahuan (epistemologi), tanpa kesesuaian lingkungan (ekologis) lebih bersifat konstruktif, tetapi tidak adaptif. Namun, apabila pengembangan hanya didasarkan kekuasaan dan lingkungan, tanpa pengetahuan, menjadi bersifat adaptif, tetapi tidak konstruktif. Demikian juga kalau hanya berdasarkan kekuasaan dan pengetahuan akan bersifat destruktif, tetapi tidak adaptif.

Pola pendekatan kekuasaan sebagai contoh adalah adanya regulasi-regulasi sepihak oleh pemerintah, pendekatan pengetahuan adalah model-model atau pola pengembangan yang disusun oleh para ahli/pakar tanpa memperhatikan karakteristik sumber daya alam dan kearifan lokal setempat (lingkungan), dan pendekatan lingkungan adalah pola pengembangan tradisional, tertinggal, dan tidak efisien.

Oleh karena itu, ketiga keadaan dan corak masyarakat dipadukan dalam satu kesatuan sehingga dapat dicapai yang disebut dengan pengembangan lahan berkelanjutan yang bersifat konstruktif, adaptif, dan tidak destruktif (Gambar 11).



Gambar 11. Pola pengembangan lahan berkelanjutan (PLB)

5.1 ARAH PENGEMBANGAN

Berdasarkan potensi dan permasalahan teknis, sosial ekonomi, dan lingkungan hidup termasuk perubahan iklim yang dihadapi, maka pengembangan pertanian di lahan sulfat masam diarahkan pada lahan sulfat masam yang tersedia (*existing*) dan lahan bongkor (terdegradasi). Dasar-dasar pengembangan selain bertolak dari karakteristik sumber daya lahan (*existing* dan bongkor), sumber daya manusia atau petani, infrastruktur (jaringan tata air) juga teknologi inovatif yang tersedia sehingga dapat disusun prioritas sebagai berikut:

1. Apabila sumber daya lahan (*existing*), sumber daya manusia tersedia, dan infrastruktur jaringan tata air makro sudah dibangun, tetapi teknologi pengelolaan belum tersedia secara memadai, maka wilayah ini dapat menjadi **prioritas pertama** untuk dikembangkan melalui **optimalisasi** lahan.
2. Apabila sumber daya lahan (terlantar) dan sumber daya manusia tersedia, dan infrastruktur atau jaringan tata air makro sudah dibangun, tetapi teknologi pengelolaan belum tersedia secara memadai, maka wilayah ini dapat menjadi **prioritas kedua** untuk dikembangkan melalui **pencetakan** sawah.
3. Apabila sumber daya lahan (terlantar) dan infrastruktur atau jaringan tata air belum dibangun sedangkan sumber daya lainnya tidak tersedia, maka wilayah ini dapat menjadi **prioritas ketiga** untuk dikembangkan melalui **pembukaan atau reklamasi lahan baru dan didukung program transmigrasi**.
4. Apabila sumber daya lahan (terlantar) tersedia, sedangkan sumber daya lainnya tidak tersedia, maka wilayah ini dapat menjadi **prioritas keempat** untuk dikembangkan di masa mendatang dengan **identifikasi** sekarang.

Ketersediaan sumber daya manusia dan infrastruktur atau jaringan tata air makro merupakan prasyarat utama dalam pengembangan lahan sulfat masam untuk pertanian secara berkelanjutan. Berdasarkan latar belakang dan tujuan pengembangan pertanian secara berkelanjutan atau ramah lingkungan, maka sistem pertanian di lahan sulfat masam diarahkan antara lain:

1. Peningkatan produktivitas melalui optimalisasi lahan dan intensifikasi pertanian, antara lain perbaikan pengelolaan air, penataan lahan, pengolahan tanah, pemberian bahan organik dan bahan amelioran, penggunaan varietas unggul, dan pemupukan berimbang.
2. Perluasan areal melalui pembukaan atau pencetakan sawah melalui identifikasi dan karakterisasi lahan secara rinci dan analisis dampak lingkungan.
3. Perbaikan kelembagaan petani dan kelembagaan pendukung, termasuk revitalisasi kelompok tani, keuangan/modal/investasi, dan pemasaran.
4. Peningkatan pendapatan petani melalui perbaikan pola tanam, diversifikasi tanaman, dan peningkatan nilai tambah melalui pengolahan hasil.
5. Pengendalian lingkungan melalui pengelolaan pencemaran akibat oksidasi pirit dan penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) melalui perakitan teknologi mitigasi dan adaptasi sehingga dihasilkan teknologi inovasi pertanian yang ramah lingkungan.

5.2 STRATEGI PENGEMBANGAN

Pengelolaan lahan sulfat masam ke depan terkait dengan banyak bidang atau sektor sehingga memerlukan keserasian dan sinergi secara kompensatif. Dalam hal ini perkembangan lahan sulfat masam juga menunjukkan keterkaitan dengan pengembangan infrastruktur jaringan tata air, transportasi jalan, pabrik industri pertanian, kelistrikan, pendidikan, dan kesehatan. Perkembangan lahan sulfat masam pada hakikatnya juga pembangunan manusia seutuhnya sehingga pembinaan mental-spiritual, etos kerja, dan semangat gotong royong, tolong-menolong atau kebersamaan diperlukan melalui kegiatan-kegiatan kelembagaan kemasyarakatan, termasuk keagamaan dalam konteks pembaharuan.

Sejalan dengan arah dan tujuan yang ingin dicapai, maka strategi dan langkah-langkah operasional dalam pengembangan lahan sulfat masam memerlukan perhatian terhadap aspek teknis, sosial ekonomi, dan lingkungan melalui antara lain: (1) revitalisasi prasarana dan sarana jaringan tata air, (2) perbaikan pelayanan dan kelembagaan petani dan pendukungnya, (3) percepatan adopsi teknologi dalam peningkatan produktivitas, peningkatan pendapatan petani, dan penurunan emisi GRK, serta (4) peningkatan kapasitas dan partisipasi petani (Tabel 11 dan 12).

Tabel 11. Strategi pengembangan lahan sulfat masam pada aspek teknis

Tujuan Pengembangan	Strategi Pengembangan	Prioritas Pengembangan	
		SMP	SMA
Revitalisasi prasarana dan sarana jaringan tata air	1. Perbaikan dan pembuatan jaringan tata air mikro dan makro	XXX	XXX
	2. Perbaikan dan pembuatan pintu-pintu (<i>flapgate</i>) air di tersier dan stoplog di kuarter serta sekunder	XXX	XXX
	3. Perbaikan dan pembuatan jalan usahatani dan jalan desa	XX	XXX
Meningkatkan produktivitas melalui optimalisasi lahan dan intensifikasi pertanian	1. Pemanfaatan teknologi pengelolaan air, tanah, tanaman serta pemulihan lahan terdegradasi	XXX	XXX
	2. Penerapan sistem surjan dan diversifikasi komoditas yang bernilai jual tinggi	XXX	XX
	3. Penggunaan varietas unggul yang adaptif dengan potensi hasil 6–8 t GKG/ha	XXX	XX
	4. Peningkatan intensitas tanam dan/ atau perbaikan pola tanam melalui katam rawa	XXX	XX
Meningkatkan peran dan fungsi kelembagaan petani dan pendukung sebagai pendorong menuju agroindustri	1. Pembentukan dan penyegaran (konsolidasi) kelompok tani dan Gapoktan	XX	XXX
	2. Pembentukan dan penyegaran (konsolidasi) kelompok pengguna pemakai air (P3A)	XX	XXX
	3. Pendirian dan penyebaran kios saprodi (penyedia bibit, pupuk, pestisida), dan bengkel/penyedia alsintan (traktor dan sebagainya)	XXX	XXX
Meningkatkan pendapatan petani dengan peningkatan nilai tambah produk	1. Pengembangan integrasi tanaman dan ternak, atau tanaman dan perikanan untuk meningkatkan pendapatan petani	XXX	XXX
	2. Pengembangan usaha industri rumah tangga dalam pengolahan hasil pertanian, perkebunan, perikanan, dan peternakan	XXX	XXX
	3. Perluasan pasar dengan peningkatan pengolahan hasil dan pengemasan hasil olahan dalam bentuk yang lebih maju	XXX	XXX

Tabel 11. Strategi pengembangan lahan sulfat masam pada aspek teknis (lanjutan)

Tujuan Pengembangan	Strategi Pengembangan	Prioritas Pengembangan	
		SMP	SMA
Peningkatan adaptasi terhadap perubahan iklim dengan pengembangan varietas toleran cekaman lingkungan	1. Penggunaan varietas toleran masam dan keracunan Fe, Al, asam organik, dan salinitas	XXX	XXX
	2. Penggunaan varietas toleran kekeringan	XX	XX
	3. Penggunaan varietas tahan OPT	XXX	XXX
	4. Penggunaan varietas umur genjah	XXX	XXX
Mitigasi emisi GRK dengan pengaturan muka air, mulsa, varietas, dan ameliorasi	1. Pembuatan tabat-tabat pada setiap saluran drainase untuk dapat menyimpan air pada musim kemarau	XXX	XXX
	2. Pemberian mulsa	XXX	XXX
	3. Penggunaan varietas rendah emisi	XXX	XXX
	4. Pemberian bahan amelioran dan efisiensi pemupukan		
Reklamasi atau pembukaan lahan baru	1. Identifikasi, inventarisasi (SID), dan audit sumber daya lahan	XX	X

Keterangan: XXX = prioritas utama; XX = prioritas sedang, X = prioritas rendah

Tabel 12. Strategi pengembangan lahan sulfat masam pada aspek sosial ekonomi

Tujuan Pengembangan	Strategi Pengembangan
Mendorong gerakan terbentuknya opini yang baik dan benar terhadap potensi lahan-lahan sulfat masam sebagai wilayah pertumbuhan ekonomi dan agribisnis baru	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyuluhan dan diseminasi dalam bentuk demonstrasi plot secara merata tersebar pada setiap lokasi lahan sulfat masam di kabupaten (ekspose nasional) 2. Pelaksanaan seminar internasional dan nasional (Pekan Pertanian Rawa Nasional/Internasional) untuk menunjukkan potensi lahan sulfat masam secara real atau nyata
Meningkatkan perhatian secara sungguh-sungguh untuk pengembangan lahan sulfat masam terkait dengan pengentasan kemiskinan dan pendapatan daerah berbasis agroindustri	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perancangan daerah binaan sebagai tempat pembelajaran dan pelatihan bagi petani dan pejabat/petugas dalam pemberdayaan lahan rawa sulfat masam lebih progresif 2. Pengembangan lahan sulfat masam skala <i>estate</i> (>1.000 ha) yang dikelola secara terintegrasi dengan dukungan pemerintah pusat/provinsi/kabupaten dan swasta (CSR) dari hulu sampai hilir dalam bentuk agroindustri

BAB VI

PENUTUP

Lahan sulfat masam mempunyai potensi sebagai lahan pertanian untuk budi daya tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, perikanan, dan peternakan. Dari sekitar 8,77 juta ha lahan sulfat masam, hanya 2,27 juta ha (25,88%) yang dikembangkan sehingga masih cukup luas yang belum dimanfaatkan. Masalah utama dalam pengembangan sulfat masam adalah adanya lapisan pirit yang bila tersingkap akan menyebabkan tanah menjadi sangat masam sehingga menurunkan produktivitas lahan dan mencemari lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan pengelolaan lahan (air, tanah, dan tanaman) dengan menerapkan teknologi inovatif sistem pertanian bioindustri berkelanjutan. Selain itu, diperlukan ketersediaan infrastruktur dan prasarana lainnya serta dukungan kebijakan instansi terkait.

Buku *Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Pertanian Berkelanjutan* ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk membantu memahami tentang lahan sulfat masam dan arah pengembangan pertanian yang lebih baik. Komitmen dan keterpaduan kerja antarpihak terkait pada masing-masing pemerintah daerah, khususnya Dinas Pertanian, Dinas PU, instansi sektoral lainnya seperti Balai Rawa, Balai Wilayah Sungai, termasuk perguruan tinggi serta pemangku kebijakan lainnya (perusahaan, lembaga swadaya, lembaga adat) merupakan kunci keberhasilan dalam mewujudkan lahan sulfat masam menjadi lumbung pangan masa depan. Pemberdayaan dan partisipasi petani dalam perencanaan, pelaksanaan, pembinaan serta pengawasan perlu mendapatkan tempat dalam kegiatan secara langsung sehingga tercapai tujuan pengembangan lahan sulfat masam yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- AARD & LAWOO. 1992. "Acid Sulphate Soils in the Humid Tropics: Water Management and Soils Fertility". Final Report. AARD-LAWOO. Bogor-Jakarta. The Netherlands.
- Agus, A. 2013. "Jihad Penegakan Kedaulatan Pangan". *Dalam* Ali Agus *et al.* (eds). *Jihad Menegakan Kedaulatan Pangan: Suara dari Bulak Sumur*. GMU Press. Yogyakarta. Hlm 1–8.
- Ananto, E.E., H. Subagyo, I. G. Ismail, U. Kurnadi, T. Alihamsyah, R. Thaet, Hermanto, dan DKS Swastika. 1998. *Prospek Pengembangan Sistem Usaha Pertanian Modern di Lahan Pasang Surut Sumatra Selatan*. Badan Litbang Pertanian, Deptan. Jakarta.
- Antarlina, S.S., Hidayat D. Noor., Izzuddin Noor., dan S. Raihan. 2005. "Teknologi Peningkatan Produktivitas Lahan dan Kualitas Tanaman Jeruk di Lahan Rawa". Laporan Hasil Penelitian 90 hlm. Banjarbaru: Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Aribawa, I.B. Suping, S., Widjaja Adhi, IPG., dan Konstent JMC. 1990. "Relation between Hydrology and Redox Status of Acid Sulphate Soils in Pulau Petak, Indonesia". *In* AARD-LAWOO. *Papers Workshop on Acid Sulphate Soils in The Tropics*. p. 88–109.
- Ar-Riza, I., H. Sutikno, dan S. Saragih. 2003. "Penataan Lahan dan Alternatif Sistem Usahatani Berbasis Tanaman Pangan di Lahan Pasang Surut". *Dalam* Isdijanto, A *et al.* (Penyunting). *Pros. Sem. Hasil-Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian di Lahan Pasang Surut*. Kuala Kapuas, 31Juli–1 Agustus 2003. Puslitbang Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Hlm 8–22.
- Asmono, D., A.R. Purba, Y. Yenni, M. Kohar, H.Zaelanie, T. Liwang dan Ang Bong Beng. 2005. "Peta dan Prospek Pemuliaan dan Industri Perbenihan Kelapa Sawit Indonesia". (Eds). Diwyanto K, Totok Agung D.H, Muladno, Sriani Sujiprihati, Polling H. Siagian. *Simposium Nasional dan Kongres V PERIPI Pemuliaan Sebagai Pendukung Kemandirian dan Ketahanan Pangan*. Purwokerto, 25–27 Agustus 2005. Hlm 189–192.
- Azahari, Azril. 1988. *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adopsi Petani Padi*. Bogor AMDC. Departemen Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Balittra. 2006. “Laporan Hasil Penelitian 2006”. Banjarbaru: Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 189 hlm.
- Balittra. 2011. *Setengah Abad Balittra: Rawa Lumbung Pangan Menghadapi Perubahan Iklim*. Banjarbaru: Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 71 hlm.
- Balittra. 2013. *Kajian Penerapan Paket Alat Mesin Budi Daya Padi di Lahan Rawa*. Balittra dan Balai Besar Mektan. 35 hlm.
- Balitkabi. 2011. “Laporan Tahunan Penelitian Aneka Kacang dan Umbi”. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. 70 hlm.
- Barani, A.M. 2012. *Karet Alam sebagai ATM Petani dan Sumber Devisa Negara*. Media Perkebunan. Jakarta. 102 hlm.
- BBSDLP. 2011. “Laporan Tahunan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian”. Bogor. 113 hlm.
- BPSB TPH Jatim. 2009. “Laporan Tahunan 2009”. Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura. Surabaya. 69 hlm.
- BPS Kabupaten Batola. 2012. *Barito Kuala dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Kuala Marabahan. 90 hlm.
- Dent, D. 1986. “Acid Sulphate Soils: A Baseline for Research and Development”. ILRI Publ. No. 39. Wageningen. 204 p.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi KalSel. 2013. “Laporan Tahunan Dinas Pertanian TPH Tahun 2013”. Pemprov Kalimantan Selatan. Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura. Banjarbaru. 140 hlm.
- Direktorat Rawa. 1968. *Persawahan Pasang Surut: Beberapa Sumbangan Pikiran dan Bahan dari Departemen Pekerjaan Umum dalam Rangka Usaha Peningkatan Produksi Beras*. Direktorat Rawa. Jakarta.
- Ditjenbun. 2007. “Perubahan Iklim Global Akibat Emisi Gas Rumah Kaca Berkaitan dengan Usaha Perkebunan”. <http://ditjenbun.Deptan.go.id/web/perlinbun>.
- Ditlinhorti. 2011. “Rencana Strategis Tahun 2010–2014”. Direktorat Jenderal Perlindungan Hortikultura.
- Djaenudin, D. 1993. “Lahan Marginal: Tantangan dan Pemanfaatannya”. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian XII(4)*: 79–86. Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Driessen, P.M. dan Soepraptohardjo. 1974. *Soils for Agricultural: Expansion in Indonesia*. Soil Res. Inst. Bogor.
- Fauzi, Y., Y. E. Widyastuti, I. Satyawibawa, R. Hartono. 2006. *Kelapa Sawit: Budi Daya, Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta. 163 hlm.
- Firmansyah, M.A., N.Yuliani., W.A. Nugroho., dan A. Bhermana. 2012. “Kesesuaian Lahan Pasang Surut untuk Tanaman Karet di Tiga Desa eks. PLG. Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah”. *Jurnal Lahan Suboptimal* 1(2):159–167.

- Hanhart, K. and Duong Van Ni. 1993. "Water Management on Rice Fields at Hoa An, Mekong Delta, Vietnam". In *Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils*. ILRI. Publ. 53. Int. Inst. Land Reclamation and Improvement, Wageningen. 425 pp.
- Hermanto, Yanter, H dan Jauhari. 2007. "Pengembangan Pola Kemitraan Perberasan di Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI)". Laporan Hasil Pengkajian BPTP Sumatra Selatan dan Pemerintah Daerah Kabupaten OKI.
- Iqbal, M., Edi B, dan Gelar S. B. 2007. "Esensi dan Urgensi Kaji Tindak Partisipatif dalam Pemberdayaan Masyarakat Perdesaan Berbasis Sumber daya Pertanian". Forum Penelitian Agro Ekonomi. FAE, Volume 25 No. 2, Desember 2007. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Idak, H. 1982. *Perkembangan dan Sejarah Persawahan di Kalimantan Selatan*. Pemda Tingkat I. Kalimantan Selatan. Banjarmasin. Hlm 40.
- Khairullah, I., Koesrini, E. William, Fatimah, A., Sutami., Suhaimi, S., Roesmini, H., dan Murijani, I. 2003. "Daya Toleransi Genotipe Tanaman di Lahan Sulfat Masam". Laporan Hasil Penelitian. Balittra-Banjarbaru.
- Khairullah, Izhar. 2007. "Keunggulan dan Kekurangan Varietas Lokal Padi Pasang Surut Ditinjau dari Aspek Budi Daya dan Genetik". *Dalam Mukhlis, M. Noor, Agus Supriyo, Izzuddin Noor, R. Smith. Simatupang (Eds). Prosiding Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa*.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Dinas Pertanian Kabupaten Kapuas Kalteng. Hlm 339–348.
- Koesrini dan Eddy William. 2009. "Evaluasi Daya Hasil dan Toleransi 12 Genotipe Kedelai di Lahan Pasang Surut". *Dalam A. Supriyo, M. Noor, I. Ar-Riza dan K. Anwar (eds). Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Lahan Rawa*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian dan Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Propinsi Kalimantan Selatan. Hlm 153–161.
- Koesrini, dan Dedi Nursyamsi. 2012. "Inpara: Varietas Padi Lahan Rawa". *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol. 34 No. 6 Tahun 2012. Bogor: Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. Hlm 7–9.
- Kselik, R.A.L., K.W. Smilde., H.P. Ritzema., K. Subagyono., S. Saragih., M. Damanik., and H. Suwardjo. 1993. "Integrated Research on Water Management Soil Fertility and Cropping Systems on Acid Sulphate Soils in South Kalimantan, Indonesia". In *Dent and Van Mensvoort (Eds.): Selected Papers of the Ho Chi Minh City Symposium on Acid Sulphate Soils*. ILRI Publ. 53. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen. The Netherlands. 425 pp.
- Las, I., dan E. Surmaini. 2010. "Variabilitas Iklim dan Perubahan Iklim dalam Sistem Produksi Pertanian Nasional: Dampak dan Tantangan". *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Padi: Variabilitas dan Perubahan Iklim: Pengaruhnya terhadap Kemandirian Pangan Nasional*

- (Eds) B. Suprihatno, Aan Andang Daradjat, Satoto, Baehaki dan Sudir. Sukamandi: Balai Besar Penelitian Padi. Hlm 11–22.
- Las, I., A. Pramudia, E. Runtuwu, dan P. Styanto. 2011. “Antisipasi Perubahan Iklim dalam Mengamankan Produksi Beras Nasional”. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian* 4(1), 2011:76–86.
- Listianingsih, S., H. Sutikno dan Y. Rina. 2006. “Pemasaran Jeruk Siam”. Dalam M. Noor, Koesrini dan D. Nazemi (Eds). *Monograf Jeruk Siam di Lahan Rawa Pasang Surut Pengelolaan dan Pengembangannya*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Balittra. Hlm 121–132.
- Luo, J., R.W. Tillman, & P.R. Ball. 1999. “Factors Regulating Denitrification in a Soil Under Pasture”. *Soil Biology & Biochemistry* 31: 913–927.
- McKnight, Tom L and Hess, Darrel. 2000. “Climate Zones and Types: The Koppen System”. *Physical Geography: A Landscape Appreciation*. Upper Saddle River, NJ: Printice Hall. pp 1–200.
- Mukhlis, M. Saleh, F. Azzahra, A. Budiman, dan R. Noor. 2010. “Pengembangan Teknologi Pupuk Mikroba Pereduksi Sulfat Untuk Peningkatan Produktivitas Lahan Sulfat Masam Lebih dari 20%”. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. (Belum dipublikasikan).
- Muslih. D., Lsbandi, Iwan Herdiawan, Agus Mulyana, Uka Kusnadi, dan A.G. Nataamijaya. 2000. “Kajian Perbaikan Manajemen Ternak Unggas di Lahan Pasang Surut Sumatra Selatan”. Laporan Pelaksanaan Kegiatan Proyek Pengembangan Sistem Usaha Pertanian Lahan Pasang Surut Sumatra Selatan. Palembang.
- Noorinayuwati dan Y. Rina. 2003. “Aspek Sosial Ekonomi Petani di Lahan Sulfat Masam”. Dalam Isdijanto, A et al. (Eds). *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian di Lahan Pasang Surut*. Kuala Kapuas, 31 Juli–1 Agustus 2003. Puslitbang Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Hlm 120–136.
- Noor, M. 2004. *Lahan Rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Nugroho K., Alkasuma, Paidi, Abdurachman, Wahyu Wahdini dan H Suhardjo. 1992. *Peta Sebaran dan Kendala dan Arah Pengembangan Lahan Pasang Surut, Rawa dan Pantai Seluruh Indonesia Skala 1 : 500.000*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Nugroho K., H. Van den Bosch, Holongphi, J. Michaelsen. 1998. “Evaluation of Water Management Strategic for Sustainable Land Use of Acid Sulphate Soil in Coastal Low Land in the Tropics”. Agric. Research Dept. REPORT 157. Wageningen.
- Oldeman, L.R., Irsal, L., dan Muladi. 1980. “Agroclimatic Map of Kalimantan, Maluku, Irian Jaya, Nusa Tenggara”. *Contri. Res. Inst. Agric*. No. 60.CRII. Bogor. 32 p.
- Regina, K. 1998. “Microbial Production of Nitrous Oxide and Nitric Oxide in Boreal Peatlands”. PhD Thesis. University of Joensuu, Joensuu. 31 p.

- Rina, Y. 2012. “Keragaan Adopsi Komponen Teknologi Pengelolaan Tanaman Terpadu di Lahan Rawa”. *Dalam* M. Melati, S. Arifin Aziz, D. Efendi *et al* (Eds). *Prosiding Simposium dan Seminar Bersama PERAGI-PERHORTI-PERIPI-HIGI Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi yang Berkelanjutan*. IPB. ICCB Bogor, 1–2 Mei 2012. Departemen Agronomi & Hortikultura IPB. Bekerja sama dengan PAI, PHI, PIPI dan HIGI. Hlm 553–558.
- Rina, Y dan SS. Antarlina. 2011. “Baseline Study untuk Penyusunan Konsep Model Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa Pasang Surut (Studi Kasus di Desa Danda Jaya, Kabupaten Barito Kuala)”. *Dalam* M.Cholil Mahfud, S. Purnomo dan S. Hosni (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Pemandirian Pangan Pengelolaan Sumber daya Pertanian Mendukung Kemandirian Pangan Rumah Tangga Petani*. Malang, 3 Desember 2011. Kerja sama BPTP Jawa Timur dengan Fakultas Pertanian UNIBRAW, Kontaktani Nelayan Andalan Pusat dan Dinas Pertanian Provinsi Jawa Timur. Hlm 519–521.
- Rina, Y and D. Nursyamsi. 2013. “Financial Analysis of Citrus Farming on Sorjan Syatem at Tidal Swampland”. In Edi Husen *et al* (Eds). *Proceedings International Workshop on Sustainable Management of Lowland for Rice Production*. Banjarmasin 27–28 September 2012. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development Ministry of Agriculture. pp 351–368.
- Rina, Y dan H. Syahbuddin. 2013. “Zona Kesesuaian Lahan Rawa Pasang Surut Berbasis Keunggulan Kompetitif Komoditas”. *Jurnal SEPA*. Vol 10 No 1. September 2013. Kerja Sama Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/ Agrobisnis, Fakultas Pertanian UNS dengan PERHEPI Komasariat Surakarta. Hlm 103–117.
- Rozi, F., Heriyanto dan A. Taufiq. 2012. “Adopsi Teknologi Kedelai oleh Petani pada Lahan Pasang Surut di Jambi”. *Dalam* A.A. Rahmiana *et al*. (Eds). *Prosiding Seminar Nasional dan Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2012*. Malang 5 Juli 2012. Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian. Hlm 307–314.
- Ruckauf, U., J. Augustin, R. Russow, and W. Merbach. 2004. “Nitrate Removal from Drained and Reflooded Fen Soils Affected by Soil N Transformation Processes and Plant Uptake”. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 77–90.
- Sabiham, S. 2013. “Pembahasan Umum pada acara FGD Pengelolaan Lahan Sulfat Masam”, 20 September 2013.
- Sabiham, S. 2014. “Pembahasan Umum pada acara FGD Pengelolaan Lahan Rawa Lebak”, 17 April 2014 di Banjarbaru.
- Saleh, M., dan Suaidi Raihan. 2011. “Keragaman Melon Varietas Action 434 dengan Perlakuan Zat Pengatur Tumbuh dan Pupuk Kalsium Tinggi di Lahan Rawa Pasang Surut Sulfat Masam”. *Dalam* Gunawan *et al*. (eds). *Prosiding Seminar Nasional Pemberdayaan Petani melalui Inovasi*

- Teknologi Spesifik Lokasi*. Jogjakarta: BPTP Jogjakarta dan Sekolah Tinggi Pertanian Magelang. Hlm 567–570.
- Saragih, S., dan Siti Nurzakiah. 2011. “Peluang Meningkatkan Indeks Pertanaman Padi dengan IP 300 di Lahan Rawa Pasang Surut”. *Agrosientiae*. Vol. 18 No. 3 April 2011. Banjarbaru. Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Hlm 38–43.
- Schmidt, F. H and Ferguson, J. H. A. 1951. *Rainfall Type Based on Wet and Dry Period Ratio for Indonesia with Western New Guinea*. Departemen Perhubungan.
- Subba-Rao, N.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman* (terjemahan). Edisi II. Universitas Indonesia (UI) Press. Jakarta.
- Subagyono, K. H. Suwardjo, A. Abas, dan I.P.G. Widjaja-Adhi. 1994. “Pengaruh Pencucian, Kapur dan Pemupukan K terhadap Sifat Kimia Tanah, Kualitas Air dan Hasil Padi pada Lahan Sulfat Masam di Unit Tatas, Kalimantan Tengah”. Bogor: Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk 12: 35–47.
- Subagyono, H. dan IP. G. Widjaya-Adhi. 1998. “Peluang dan Kendala Penggunaan Lahan Rawa untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia, Kasus: Sumatra Selatan dan Kalimantan Tengah”. Makalah Utama Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Subagjo. 2006. “Lahan Rawa Pasang Surut”. *Dalam Karakteristik dan Pengelolaannya*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Bogor. Hlm 23–98.
- Suriadikarta, D.A. 2005. “Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Usaha Pertanian”. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 24 (1) Bogor: Badan Litbang Pertanian. Hlm 36–45.
- Suryadiputra, I.N.N. 1996. “Pelingkupan AMDAL di Lahan Basah”. Makalah disajikan pada *Seminar Regional Aplikasi AMDAL pada Lahan Reklamasi Rawa*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup. Univ. Lambung Mangkurat. Banjarbaru, 6 November 1996.
- Sutikno, H., Y. Rina dan NoorGINAYuwati. 2009. “Model Pengembangan Teknologi Pertanian Berdasarkan Faktor-Faktor Penentu Adopsi Teknologi di Lahan Rawa”. *Dalam* Markus Anda *et al.* (Eds). *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Inovasi Sumber Daya Lahan*. Bogor, 24–25 November 2009. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Hlm 212–220.
- Widjaya-Adhi, I.P.G., K. Nugroho, D. Ardi S., dan A.S. Karama. 1992. “Sumber Daya Lahan Rawa: Potensi, Keterbatasan dan Pemanfaatan”. *Dalam* S. Partohardjono dan M. Syam (eds). 1992. *Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak*. Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa, Cisarua 3–4 Maret. Bogor: Puslitbang Tanaman Pangan.
- Widjaja-Adhi, IP.G. 1995. “Pengelolaan Tanah dan Air dalam Pengembangan Sumber Daya Lahan Rawa untuk Usaha Tani Berkelanjutan dan

- Berwawasan Lingkungan”. Makalah disampaikan pada Pelatihan Calon Pelatih untuk Pengembangan Pertanian di Daerah Pasang Surut, Karang Agung Ulu, Sumatra Selatan, 26–30 Juni 1995. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Widjaja-Adhi, IPG. 1986. “Pengelolaan Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak”. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian V* (1): 1–9.
- Widjaja-Adhi, IPG. dan T. Alihamsyah. 1998. “Pengembangan Lahan Pasang Surut; Potensi, Prospek, dan Kendala serta Teknologi Pengelolaannya untuk Pertanian”. *Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komda HITI*, 16–17 Desember 1998. Hlm 51–72.
- William E., M. Saleh dan Raihan. S. 2010. “Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis (*Zeamays Saccharata Sturt*) di Lahan Rawa Pasang Surut Sulfat Masam di Kalimantan Selatan”. *Dalam* Sutiman. B.S., Agus Mulyono, E.B. Minarno, Cahyo Crysdian, Fachrur Rosi, Tri Kustono Adi, Ernaning Setyawati, Novi Avicena, Abdul Aziz, Mohammad Jamhuri, Yulia Eka Putri dan Luluk Maslucha. (Eds.). *Green Technology for Better Future*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Hlm 21–23.
- Yu, Z. 2006. “Holocene Carbon Accumulation of Fen Peatlands in Boreal Western Canada: A Complex Ecosystem Respon to Climate Variation and Disturbance”. *Ecosystems*: 1278–1288.

GLOSARIUM

Adaptasi	: serangkaian upaya untuk penyesuaian terhadap cekaman lingkungan akibat perubahan iklim.
Alkalinitas	: kandungan natrium dapat ditukar.
Ameliorasi	: perbaikan kondisi tanah dengan pemberian amelioran.
Amplitudo pasang surut	: perbedaan permukaan air pada waktu pasang dan surut.
Aseptor elektron	: penerima elektron dari reaksi oksidasi bahan organik.
Ayunan pasang	: keadaan lahan yang selalu digenangi air. Bawon pembagian upah menuai padi yang berdasarkan banyak sedikit padi yang dipotong.
Bongkor	: lahan yang telah rusak akibat kesalahan dalam pengelolaan atau bencana alam (seperti kebakaran) sehingga ditinggalkan petani tanpa ditanami lagi.
BCR	: <i>Benefit Cost Ratio</i> : perbandingan antara keuntungan dengan biaya.
C-organik	: kandungan karbon organik tanah.
Daya hantar hidrolis	: pengukuran secara kuantitatif kemampuan tanah yang dijenuhi air kiriman yang dihubungkan dengan gradien hidrolis.
Denitrifikasi	: proses reduksi nitrat untuk kembali menjadi gas nitrogen (N_2).
DF	: <i>Discon Factor</i> : tingkat bunga dalam persen.

Drainase	: pengaruh laju perkolasi air ke dalam tanah terhadap aerasi udara dalam tanah.
El-Nino	: fenomena iklim kekeringan hebat, kemarau panjang.
Gas rumah kaca (GRK)	: gas-gas di atmosfer yang memiliki kemampuan menyerap radiasi gelombang panjang yang dipancarkan ke bumi sehingga menimbulkan pemanasan atau peningkatan suhu bumi.
Genangan	: jumlah lamanya genangan dalam bulan selama satu tahun.
GWP	: <i>Global Warming Potential</i> : potensi pemanasan global.
Gulma	: tumbuhan pengganggu yang tidak dikehendaki tumbuh pada hamparan tanaman yang diusahakan.
Guludan	: bagian tanah yang ditinggikan pada sistem surjan.
Hidrologi	: ilmu yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di muka bumi termasuk reaksinya dengan lingkungan dan hubungannya dengan makhluk hidup.
Horizon sulfidik	: horizon tanah yang terbentuk oleh adanya proses oksidasi pirit yang pada umumnya dicirikan oleh terdapatnya jerosite dan pH tanah < 3.5.
<i>In situ</i>	: pemanfaatan sumber daya di habitat asalnya.
IRR	: <i>Intern Rate of Return</i> : merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi.
Jeluk	: lekukan yang agak dalam.
Kahat hara	: kekurangan terhadap unsur hara.
Karbon stok	: <i>Carbon Sink</i> : tampungan (<i>pool</i>) menyerap karbon yang dilepas oleh bagian lain dalam siklus karboefisiensi.
Karakteristik lahan	: sifat lahan yang dapat diukur atau diestimasi.
Katalisis	: efek yang dihasilkan oleh sejumlah kecil zat pada saat berlangsungnya suatu reaksi kimia.

Kejenuhan basa	: jumlah basa-basa (NH ₄ OAc) yang ada dalam 100 g contoh tanah.
Kejenuhan asam	: ikatan antara karbon yang satu dengan lainnya pada asam lemak.
Kelembapan udara	: kelembapan udara rerata tahunan.
Kerapatan lindak	: bobot kering suatu unit volume yang terisi bahan padat dan volume ruang pori tanah yang dinyatakan dalam gram tiap sentimeter kubik.
KTK liat	: kapasitas tukar kation dari fraksi liat.
Kualitas lahan	: sifat-sifat pengenal atau atribut yang bersifat kompleks dari sebidang lahan.
La-Nina	: fenomena hujan yang berlebihan sehingga menyebabkan banjir
Lahan	: bagian dari bentang alam (<i>landscape</i>) yang mencakup pengertian lingkungan fisik termasuk iklim, topografi/relief, tanah, hidrologi, dan bahkan keadaan vegetasi alami (<i>natural vegetation</i>) yang semuanya secara potensial akan berpengaruh terhadap penggunaan lahan.
Lahan marginal	: lahan yang dalam pengembangannya menghadapi banyak kendala baik fisik, kimia, biologis, dan sosial ekonomi.
Lahan rawa	: lahan yang sepanjang tahun, atau selama waktu yang panjang dalam setahun, selalu jenuh air atau tergenang air.
Lahan sulfat masam aktual	: lahan yang memiliki horizon sulfurik atau pirit yang telah teroksidasi pada kedalaman 0–50 cm dan pH <3,5.
Lahan sulfat masam	: potensial lahan yang mempunyai ciri antara lain lapisan pirit pada jeluk >50 cm dari permukaan tanah.
Lapisan pirit/sulfidik	: lapisan tanah yang mengandung pirit >2%.
Lempung	: partikel tanah berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer.

Mitigasi	: serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana akibat perubahan iklim.
MPI	: Masa Pengembalian Investasi.
NPV	: <i>Net Present Value</i> : nilai selisih antara pengeluaran dan pemasukan dengan menggunakan <i>social opportunity cost of capital</i> sebagai diskon faktor.
Oksidasi	: reaksi kimia kehilangan hidrogen.
Pasang ganda	: perairan yang mengalami dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari.
Pasang tunggal	: perairan yang mengalami satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari.
Pertanian berkelanjutan	: sistem pertanian yang terintegrasi dari praktik produksi tumbuhan dan hewan yang secara ekonomis, ekologis dan sosial ekonomi bersifat berkelanjutan.
Pemanasan global	: meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi sebagai akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer akibat peningkatan emisi GRK.
Permeabilitas	: sifat tanah yang dapat dirembesi oleh cairan melalui difusi atau osmosis.
Pirit	: senyawa sulfida yang mengandung besi dan belerang yang apabila mengalami oksidasi akan menghasilkan senyawa beracun bagi tanaman.
Pola tanam	: pengaturan pertanaman pada satu petakan lahan dalam siklus satu tahun.
Porositas tanah	: bagian dari tanah yang ditempati air dan udara, yang dipengaruhi oleh tekstur, struktur, dan bahan organik.
Reaksi tanah (pH)	: nilai pH tanah di lapangan. Pada lahan rawa dinyatakan dengan data laboratorium atau pengukuran lapangan, sedang pada tanah basah diukur di lapangan.
Reduksi	: reaksi kimia mendapat hidrogen.

Reklamasi	: membuka lahan untuk digarap menjadi sawah.
Salinitas	: kandungan garam terlarut pada tanah yang dicerminkan oleh daya hantar listrik.
Subsiden	: penurunan permukaan lahan yang terjadi segera sesudah lahan didrainase.
Surjan	: sistem penataan lahan yang terdiri dari guludan (bagian yang ditinggikan) dan tabukan (bagian lahan yang digali).
Tabat	: bangunan penahan air/pintu air umumnya dibuat dari lahan lokal setempat pohon kayu/papan sebatas untuk dapat menahan air.
Tabukan	: bagian tanah yang diperdalam pada sistem surjan.
Tekstur	: istilah dalam distribusi partikel tanah halus dengan ukuran $< 2 \text{ mm}$ = “mm” span= “span”.
Tipologi lahan	: klasifikasi lahan rawa berdasarkan tingkat kendala agrofisiknya.
Tipe luapan air	: klasifikasi genangan air pada lahan berdasarkan pengaruh air pasang.
Tukungan	: gundukan tanah umumnya berbentuk empat persegi panjang untuk ditanami bibit tanaman tahunan.
Tumpangsari	: penanaman dua atau lebih jenis tanaman dalam barisan yang teratur pada satu hamparan dan waktu yang sama.
Yarnen	: sistem peminjaman uang yang akan dibayar setelah selesai panen tanaman.