

Pedoman Umum
PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT 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. Prof. Dr. Supiandi Sabihah, M.Agr. (IPB)
2. Prof. Dr. Azwar Maas, M.Sc. (UGM)
3. Prof. Dr. Irsal Las (BBSLDP)
4. Prof. Dr. Abdul Hadi, M.Agr.
5. Dr. Achmad Kurnain, M.sc



**IAARD
PRESS**

Cetakan November 2014

Hak cipta dilindungi undang-undang

©Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014

Katalog dalam terbitan

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN

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

ix, 68 hlm.: ill.; 24 cm

631.445.1

1. Lahan gambut 2. Pengelolaan

I. Judul II. Nursyamsi, Dedi

ISBN 978-602-1520-78-9

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 : 251.4/Kpts/OT.210/I/8/2014

TENTANG

PEDOMAN UMUM PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT
UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN,

- Menimbang : a. bahwa budidaya pertanian pada lahan gambut memiliki posisi strategis. Selain memberikan manfaat bagi petani, lahan gambut juga berperan penting dalam menjaga fungsi kelestarian dan lingkungan gambut;
- b. bahwa peluang untuk budidaya pertanian lahan gambut rentan terhadap kerusakan lahan gambut 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 Gambut 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;
9. Peraturan Presiden Nomor 24 Tahun 2010 tentang Kedudukan, Tugas dan Fungsi Kementerian Negara, serta Susunan Organisasi, Tugas dan Fungsi Eselon I Kementerian Negara;
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 Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan lingkup Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian seperti tercantum pada lampiran Keputusan ini.
- KEDUA** : Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan lingkup Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian sebagaimana dimaksud pada diktum KESATU digunakan untuk kelancaran pengelolaan lahan gambut lingkup Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- KETIGA** : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 7 Agustus 2014

KEPALA BADAN,



HARYONO

NIP. 19560516 198103 1 002

Salinan Keputusan ini disampaikan Yth.:

1. Menteri Pertanian;
2. Sekretaris Jenderal Kementerian Pertanian;

SAMBUTAN

**KEPALA BADAN PENELITIAN
DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

Lahan gambut menempati posisi strategis dalam pembangunan pertanian nasional karena kaya akan keanekaragaman hayati, memiliki atau dapat memberikan berbagai jasa lingkungan/*environmental services* (seperti pengatur tata air, penyerap dan penyimpan karbon agar perubahan iklim lokal maupun global dapat terkendali) kepada kita semua serta makhluk hidup lainnya. Selain itu, lahan gambut juga menjadi sumber bagi produksi dan penghasilan petani. Namun, kondisi lahan gambut Indonesia saat ini semakin memprihatinkan seiring dengan meningkatnya tekanan dan kerusakan yang dialami. Kondisi ini akan terus memburuk apabila tidak diatasi dengan upaya pencegahan kerusakan dan perbaikan terhadap lahan gambut yang telah terdegradasi. Rehabilitasi merupakan salah satu upaya yang sangat penting dalam memperbaiki lahan gambut yang telah terdegradasi tersebut.

Buku pedoman ini ditulis dengan menggabungkan pengalaman pribadi, informasi dari berbagai hasil penelitian dan pengkajian, termasuk kearifan tradisional masyarakat, serta pengalaman para praktisi lapangan dalam mengelola dan mengembangkan lahan gambut untuk pertanian.

Kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil dalam penyusunan buku pedoman umum ini, khususnya kepada penyusun yang telah mencurahkan waktu dan pengetahuannya. Semoga pedoman umum ini dapat bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan dalam kegiatan pengelolaan lahan gambut.

Jakarta, Juli 2014

Haryono

DAFTAR ISI

SAMBUTAN KEPALA BADAN PENELITIAN DAN PENGEM- BANGAN PERTANIAN KEMENTERIAN PERTANIAN	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	3
1.3. Pendekatan	3
1.4. Sasaran	4
 BAB II LUAS, SEBARAN, DAN KARAKTERISTIK LAHAN GAMBUT	 5
2.1. Luas dan Sebaran Lahan Gambut	5
2.2. Klasifikasi Lahan Gambut	6
2.3. Zonasi Lahan Gambut	7
2.4. Karakteristik Fisika Tanah Gambut	8
2.5. Karakteristik Kimia dan Kesuburan Tanah Gambut	10
2.6. Karakteristik Biologi Tanah Gambut	14
 BAB III PERUBAHAN IKLIM DAN DEGRADASI LAHAN GAMBUT	 16
3.1. Dampak Perubahan Iklim	16
3.2. Cadangan Karbon	17
3.3. Degradasi Lahan Gambut	18
3.4. Kebakaran Lahan Gambut	22
 BAB IV TEKNOLOGI PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT UN- TUK PERTANIAN BERKELANJUTAN	 25
4.1. Pengertian Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan ..	25
4.2. Teknologi Pengelolaan Tanaman Pangan	26
4.3. Teknologi Pengelolaan Tanaman Hortikultura	34
4.4. Teknologi Pengelolaan Tanaman Perkebunan	34
4.5. Analisis Ekonomi Tanaman Pertanian di Lahan Gambut	39

BAB V	ARAH DAN STRATEGI PENGEMBANGAN LAHAN	
	GAMBUT	45
	5.1. Arah Pengembangan	45
	5.2. Strategi Pengembangan Lahan Gambut	48
	5.3. Strategi Aspek Kebijakan dan Regulasi	49
BAB VI	PENUTUP	51
DAFTAR PUSTAKA		52
GLOSAIUM		64

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Luas lahan gambut berdasarkan ketebalan di tahun 2011	5
Tabel 2.	Sifat-sifat tanah gambut pada lahan pasang surut	11
Tabel 3.	Karakteristik fisik gambut hidrofilik dan hidrofobik	20
Tabel 4.	Dosis pupuk untuk beberapa jenis tanaman perkebunan	39
Tabel 5.	Analisis biaya dan pendapatan usaha tani tanaman pangan di lahan gambut Kalimantan Barat	40
Tabel 6.	Peringkat keunggulan kompetitif tanaman pangan di lahan gambut	40
Tabel 7.	Analisis biaya dan pendapatan usaha tani tanaman hortikultura di lahan gambut di Kalbar	41
Tabel 8.	Peringkat keunggulan kompetitif tanaman hortikultura di lahan gambut	42
Tabel 9.	Analisis investasi usaha tani jeruk dan salak di lahan gambut ...	42
Tabel 10.	Analisis Investasi usaha tani kelapa sawit di lahan gambut Riau tahun 2012	43
Tabel 11.	Strategi pengembangan lahan gambut	47
Tabel 12.	Strategi bidang teknis, sosial-ekonomi, dan kelembagaan	48
Tabel 13.	Strategi pengembangan lahan gambut untuk pertanian	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Sebaran lahan gambut di Indonesia	6
Gambar 2.	Kondisi gambut hidrofobik akibat kebakaran lahan	19
Gambar 3.	Penurunan permukaan lahan gambut (subsiden) selama 6 tahun di Jabiren, Kalimantan Tengah	21
Gambar 4.	Sumber emisi CO ₂ pada lahan gambut akibat drainase yang mengakibatkan oksidasi pemadatan gambut yang mengakibatkan subsidensi serta kebakaran	22
Gambar 5.	Sebaran lahan gambut di Indonesia menurut ketebalan gambut, risiko terbakar, dan tingkat deforestasi	23
Gambar 6.	Kebakaran lahan gambut di Kalimantan Tengah dan Riau ...	24
Gambar 7.	Model tabat sederhana di lahan gambut Desa Hiyang Bana, Kabupaten Katingan, dan di Desa Jabiren, Kabupaten Pulang Pisau Kalteng serta di Tegal Arum, Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan	27
Gambar 8.	Budi daya tanaman pangan (padi, kedelai, dan jagung) di lahan-lahan gambut, Desa Hiyang Bana, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah	28
Gambar 9.	Model lubang tunggal (kiri) dan lubang ganda (kanan)	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Lahan gambut sudah sejak lama dimanfaatkan oleh penduduk setempat untuk pertanian, tetapi dalam skala terbatas, karena tujuannya hanya untuk pemenuhan kebutuhan keluarga. Ekstensifikasi pertanian ke lahan gambut secara terencana dimulai pada masa Orde Baru (1969–1992) untuk mendukung program peningkatan produksi beras nasional dan kesejahteraan petani, khususnya dari Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara sebagai transmigran. Penggunaan lahan gambut berkembang untuk tanaman perkebunan, seperti kelapa hibrida, karet, dan kelapa sawit sejak tahun 1977 dengan dikeluarkannya pola Perusahaan Inti Rakyat (PIR) yang meliputi PIR-Lokal, PIR-Khusus, dan PIR Berbantuan. Pengembangan lahan gambut mendapatkan kritikan dan kecaman seiring dengan Pembukaan Lahan Gambut (PLG) Sejuta Hektar di Kalimantan Tengah (1995/1996). Saat ini, lahan gambut kembali mendapat perhatian dengan semakin meningkatnya pengembangan lahan gambut untuk perkebunan.

Menurut Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2003) tanah gambut diklasifikasikan sebagai tanah organik (histosol). Lahan gambut merupakan daerah dengan akumulasi bahan organik yang sebagian lapuk, dengan kadar abu sama dengan atau kurang dari 35%, kedalaman gambut sama dengan atau lebih dari 50 cm, dan kandungan karbon organik berdasarkan beratnya minimal 12%. Indonesia merupakan negara keempat dalam pemilikan lahan gambut di dunia setelah Kanada (170 juta ha), Uni Soviet (150 juta ha), dan Amerika Serikat (40 juta ha) (Euroconsult, 1984). Luas lahan gambut Indonesia mencapai 14,91 juta ha atau 58% dari gambut yang ada di wilayah tropika. Lahan gambut tersebar terutama di tiga pulau besar, yaitu Kalimantan seluas 4.778.004 ha, Sumatera seluas 6.436.649 ha, dan Papua seluas 3.690.921 ha (Noor, 2012; Ritung *et al.*, 2011).

Ekosistem gambut mempunyai dua fungsi utama, yaitu fungsi produksi sebagai kawasan budi daya dan fungsi lingkungan sebagai kawasan konservasi dan restorasi. Kedua fungsi tersebut mempunyai keterkaitan yang erat sehingga diperlukan cara-cara pengelolaan yang terpadu dan serasi sehingga saling menguntungkan dan terhindar dari degradasi lahan dan lingkungan.

Pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian selalu menimbulkan kontroversi. Menurut Notohadiprawira (2001), kontroversi tersebut disebabkan oleh sistem pembukaan dan pengelolaan yang bertentangan dengan sifat hakiki gambut. Pada satu sisi lahan gambut perlu didrainase, sedangkan di sisi lain gambut mempunyai sifat sebagai tandon air. Menurut Sabiham (2010), pemerintah Belanda sejak awal memandang lahan gambut tidak sesuai untuk pertanian, tetapi hasil kajian pakar Amerika di Florida menyatakan bahwa lahan gambut apabila dikelola dengan baik sesuai dengan kaidah-kaidah sains dapat dimanfaatkan untuk pertanian. Akhir-akhir ini muncul berbagai kepentingan dalam memandang lahan gambut sehingga tanpa disadari menimbulkan distorsi dalam pemanfaatan dan pengembangannya.

Penelitian dan pengembangan lahan gambut sudah dimulai sejak abad ke-18. Penelitian mengenai gambut dilakukan pada tahun 1905 sampai 1915 oleh Potonie, Mohr, Bylert, dan Van Baren (Driessen dan Soeprathardjo, 1974). Selain itu, pada tahun-tahun yang sama beberapa hasil penelitian gambut dikemukakan oleh Schwaner, Molengraff, Teysman Hose, dan Halton. Dalam periode yang sama, 1890–1910, penelitian eksplorasi geologi di Kalimantan Tengah dan Timur (Molengraff dan Weber, 1921) serta di Kalimantan Selatan dan Timur (Schwaner), melaporkan adanya penyebaran tanah gambut luas di sepanjang dataran pantai barat dan selatan Pulau Kalimantan. Antara tahun 1905–1915, beberapa peneliti, di antaranya Mohr dan van Baren, menulis berbagai pemikiran tentang tanah gambut. Penelitian tanah gambut agak tersendat pada zaman pendudukan Jepang. Setelah Indonesia merdeka, peneliti Belanda masih ada yang bekerja di Indonesia, di antaranya Polak dan Druif. Pada awal Pelita I (tahun 1965), pemerintah melalui Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut (P4S) (1969–1984), mulai melaksanakan pembukaan secara besar-besaran lahan pasang surut di Sumatera (Lampung, Sumatera Selatan, Riau, dan Jambi) dan Kalimantan (Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan). Pada tahun 1969–1979 penelitian tentang lahan rawa termasuk rawa gambut banyak dilakukan di pantai timur Sumatera dan sebagian rawa Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan melalui Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut (Ritung *et al.*, 2011). Berbagai seminar, *workshop* dan simposium tentang gambut dilaksanakan, baik nasional maupun internasional, antara lain di Palembang (1982), Yogyakarta (1985), Bogor (1986), Jakarta (1990), Pontianak (1996), Palangkaraya (1997), dan sebagainya.

Pengembangan lahan gambut menghadapi berbagai kendala biofisik lahan, sosial-ekonomi, dan budaya. Kendala biofisik lahan yang sering muncul adalah terjadinya penurunan muka tanah (*subsidence*), kering tak balik (*irreversible drying*), pemasaman (*acidification*), kahat hara (*nutrient deficiency*), daya dukung beban (*bearing capacity*) rendah, dan porositas yang tinggi. Masalah sosial, ekonomi, dan budaya, antara lain: petani belum memahami sifat-sifat gambut secara menyeluruh, masih kuatnya adat istiadat sehingga rendahnya adopsi teknologi, ketersediaan tenaga kerja terbatas, akses lokasi dan pasar yang terbatas, serta penyuluhan dan pembinaan yang kurang. Pengembangan dan

pemanfaatan lahan gambut juga perlu mengapresiasi kebijakan pemerintah dalam penurunan emisi GRK yang menargetkan 21% dengan kemampuan sendiri atau 41% dengan bantuan negara-negara maju, yang di antaranya 9,5–13% dari lahan gambut sampai tahun 2020.

Dalam menyongsong Rencana Strategis Pembangunan Pertanian 2015–2019, penegasan kembali tentang potensi dan peluang pemanfaatan lahan gambut sebagai lahan alternatif masa kini dan masa depan dipandang perlu. Oleh karena itu, diperlukan suatu pedoman atau acuan yang memberikan pemahaman, arah, dan strategi pengembangan lahan gambut untuk pertanian berkelanjutan. Pemanfaatan lahan gambut menjadi strategis, mengingat semakin menyempitnya lahan pertanian akibat konversi lahan pertanian menjadi nonpertanian dan meningkatnya permintaan pangan dan hasil pertanian akibat jumlah penduduk yang terus bertambah.

1.2. TUJUAN DAN MANFAAT

Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan bertujuan untuk:

1. Memberikan informasi tentang karakteristik, potensi, dan peluang lahan gambut untuk pengembangan budi daya pertanian secara umum.
2. Memberikan pemahaman terhadap berbagai masalah, baik biofisik maupun sosial-ekonomi dan budaya yang dihadapi dalam pengembangan pertanian di lahan gambut dan pemecahannya.
3. Menyamakan arah dan langkah strategi pengembangan lahan gambut ke depan untuk pertanian berkelanjutan.

Manfaat dari penerapan pedoman ini adalah: (1) berkurangnya luas dan intensitas kerusakan lahan gambut yang digunakan untuk pertanian yang sekaligus menekan emisi gas rumah kaca, (2) meningkatnya sumbangan produksi pertanian yang diberikan dari penggunaan lahan gambut, dan (3) terbentuknya sistem pengelolaan dan budi daya pertanian yang berkelanjutan di lahan gambut yang secara ekonomi menguntungkan, mempertahankan kelestarian lahan dan lingkungan, dan secara sosial kemasyarakatan tidak bertentangan dengan adat istiadat dan budaya masyarakat setempat.

1.3. PENDEKATAN

Pedoman umum ini disusun berdasarkan informasi hasil penelitian, hasil diskusi dalam berbagai pertemuan ilmiah, dan pendapat para narasumber atau pakar serta pengalaman petani di lapangan. Beberapa bahan referensi yang digunakan, antara lain:

1. Rencana PP tentang Gambut, PP 73/2013 tentang Rawa, Inpres No. 6/2013 (Inpres No. 10/2011) tentang Moratorium Gambut, dan Permentan No. 16/2009 tentang Budi Daya Kelapa Sawit di Lahan Gambut.
2. Renstra 2010–2014 dan Draf Renstra 2015–2019 dari Kementerian Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan), Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP), dan Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra).
3. *Grand Design* Pengembangan Lahan Rawa (Balittra, 2011).
4. Strategi dan Teknologi Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim (Balitbangtan, 2007).

1.4. SASARAN

Sasaran utama penyusunan Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan ini adalah:

1. Terbentuknya persepsi dan pandangan yang sama tentang karakteristik, potensi, dan peluang lahan gambut untuk pengembangan pertanian, baik di jajaran pemerintah pengambil kebijakan di pusat dan di daerah maupun di jajaran perusahaan dan masyarakat petani.
2. Terlaksananya sistem pengelolaan dan budi daya pertanian di lahan gambut secara berkelanjutan berdampak positif, baik dari segi ekonomi, ekologi, maupun sosial masyarakat.
3. Terjalinnnya kerja sama yang baik, serasi, terpadu, dan saling menguntungkan, baik sesama aparat pemerintah atau sesama masyarakat petani, maupun antara pihak pemerintah dengan pihak masyarakat petani sehingga mendorong pada peningkatan produksi dan kesejahteraan petani.

BAB II

LUAS, SEBARAN, DAN KARAKTERISTIK LAHAN GAMBUT

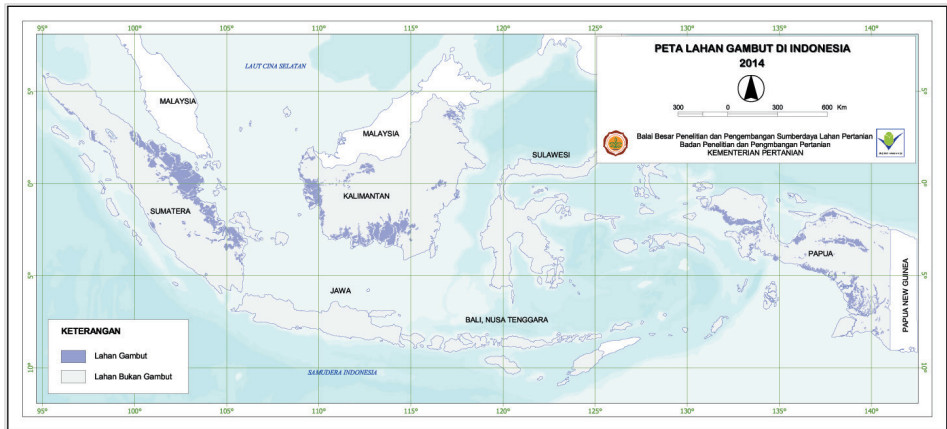
2.1. LUAS DAN SEBARAN LAHAN GAMBUT

Lahan gambut tropika mencakup areal seluas 38 juta ha dari total seluas 200 juta ha di dunia, di antaranya terdapat di Indonesia dengan luas 14,91 juta ha yang tersebar di empat pulau besar, yaitu Sumatera 6,44 juta ha, Kalimantan 4,78 juta ha, Papua 3,69 juta ha, dan Sulawesi < 0,10 juta ha. Berdasarkan ketebalan gambut, terdapat gambut dangkal (ketebalan 0,5–1 m) seluas 5,24 juta ha, gambut sedang (1–2 m) 3,91 juta ha, gambut dalam (2–4 m) 2,76 juta ha, dan gambut sangat dalam (> 4 m) 2,99 juta ha (Tabel 1).

Tabel 1. Luas lahan gambut berdasarkan ketebalan di tahun 2011

Pulau	Kedalaman Gambut (ha)				Jumlah (ha)
	Dangkal (0,5–1 m)	Sedang (1–2 m)	Dalam (2–4m)	Sangat dalam (> 4 m)	
Sumatera	1.767.303	1.707.827	1.242.959	1.718.560	6.436.649
Kalimantan	1.048.611	1.389.813	1.072.769	1.266.811	4.778.004
Papua	2.425.523	817.651	447.747	-	3.690.921
Jumlah	5.241.437	3.915.291	2.763.475	2.985.371	14.905.574

Sumber: Ritung *et al.*, 2011



Gambar 1. Sebaran lahan gambut di Indonesia

Sumber: Ritung *et al.*, 2011

2.2. KLASIFIKASI LAHAN GAMBUT

Lahan gambut merupakan daerah dengan akumulasi bahan organik yang sebagian lapuk, dengan kadar abu sama dengan atau kurang dari 35%, kedalaman gambut sama dengan atau lebih dari 50 cm, dan kandungan karbon organik berdasarkan beratnya minimal 12%. Tanah gambut tropika pada umumnya tersusun dari bahan organik yang mengandung senyawa lignin tinggi, terbentuk pada kondisi lingkungan anaerob sehingga proses dekomposisi berjalan sangat lambat.

Berdasarkan lingkungan pembentukannya atau fisiografinya, lahan gambut dipilah dalam empat kategori, yakni (1) gambut cekungan (*basin peat*), gambut yang terbentuk di daerah cekungan, lembah sungai atau rawa belakang (*backswamp*); (2) gambut sungai (*river peat*), gambut yang terbentuk di sepanjang sungai yang masuk ke daerah lembah kurang dari 1 km, sering disebut gambut pedalaman, misalnya yang terdapat di sepanjang Sungai Barito, Sungai Kapuas, dan Sungai Mentangai, (3) gambut dataran tinggi (*highland peat*), gambut yang terbentuk di punggung-punggung bukit/pegunungan, seperti yang terdapat di Pegunungan Tigi (Papua) dan Dieng (Jawa Tengah); dan (4) gambut pantai (*coastal peat*), gambut yang terbentuk di sepanjang pantai.

Berdasarkan proses pembentukannya, gambut dapat dibagi menjadi: (1) gambut ombrogen, yakni gambut yang pembentukannya dipengaruhi oleh curah hujan; (2) gambut topogen, yakni gambut yang pembentukannya dipengaruhi oleh keadaan topografi (cekungan) dan air tanah, gambut ini biasanya lebih subur karena mendapat pasokan hara dari lingkungannya; dan (3) gambut pegunungan, yakni gambut yang pembentukannya dipengaruhi oleh gunung atau bukit, biasanya gambut ini lebih subur dari gambut topogen (Rieley *et al.*, 1996).

Berdasarkan tingkat dekomposisinya, gambut dibedakan dalam tiga bentuk, yaitu (1) fibrik, (2) hemik, dan (3) saprik. Gambut fibrik adalah gambut yang tingkat kematangannya paling rendah sehingga masih banyak mengandung serabut, yakni $> 66\%$ atau $\frac{2}{3}$ volumenya sebelum diremas, berat jenis $< 0,1 \text{ g/cm}^3$, dan kandungan air lebih dari 850% . Gambut hemik merupakan gambut transisi, kandungan serabutnya $33\text{--}66\%$ atau $\frac{1}{3}\text{--}\frac{2}{3}$ volumenya sebelum diremas, berat jenis $0,1 < 0,20 \text{ g/cm}^3$, dan kandungan air $450\text{--}850\%$. Gambut saprik merupakan gambut yang paling matang, dicirikan oleh kandungan serabut paling rendah yakni $< 33\%$ atau $\frac{1}{3}$ volumenya sebelum diremas, berat jenis $\geq 0,2 \text{ g/cm}^3$, dan kandungan air $< 450\%$.

Berdasarkan ketebalan lapisan bahan organiknya, lahan gambut dibagi menjadi: (1) gambut dangkal, jika ketebalan gambutnya $0,5\text{--}1 \text{ m}$, (2) gambut sedang, jika ketebalan gambutnya $1\text{--}2 \text{ m}$, (3) gambut dalam, jika ketebalan gambutnya $2\text{--}3 \text{ m}$, dan (4) gambut sangat dalam, jika ketebalannya $> 3 \text{ m}$ (Adimihardja *et al.*, 1998b; Subagyo, 2006). Berdasarkan tingkat kesuburannya, lahan gambut dapat dibedakan menurut kadar abu gambut, yaitu: (1) eutrofik adalah gambut yang tingkat kesuburannya tinggi dengan kadar abu $> 8\%$, banyak mengandung mineral terutama kalsium karbonat, sebagian besar berada di daerah payau dan berasal dari vegetasi serat/rumput-rumputan, dan bersifat netral atau alkalin; (2) mesotrofik adalah gambut dengan tingkat kesuburan sedang atau mempunyai kadar abu $> 2\text{--}8\%$; dan (3) oligotrofik adalah gambut dengan tingkat kesuburan paling rendah atau kadar abunya $\leq 2\%$, kandungan mineralnya rendah terutama kalsium dan magnesium, bereaksi masam sampai sangat masam, pasokan haranya hanya berasal dari air hujan atau dekomposisi bahan organik setempat. Berdasarkan kriteria tersebut, lahan gambut yang terdapat di Kalimantan pada umumnya adalah oligotrofik, sedangkan yang terdapat di Sumatera adalah mesotrofik karena mempunyai tingkat kesuburan lebih baik (mesotrofik).

2.3. ZONASI LAHAN GAMBUT

Lahan gambut sebagian besar menempati satuan hidrologis yang berkaitan dengan sungai-sungai besar dan beberapa anak sungai yang merupakan cabang dari sungai-sungai besar. Dinamika pasang dan surut dari sungai-sungai tersebut, baik langsung maupun tidak langsung, memberikan kontribusi terhadap bentang alam (*landscape*) dan hidrologi dari lahan gambut sehingga patut menjadi pertimbangan dalam pengembangan dan pengelolaan lahan gambut. Berdasarkan bentang lahan dan hidrologi kawasan, lahan gambut dapat dibagi dalam tiga zona, yaitu (1) zona pesisir (*coastal*), (2) zona pengelolaan adaptif, dan (3) zona konservasi.

Zona pesisir (*coastal*) merupakan wilayah dengan sifat dan kendala lahan salinitas yang tinggi, teras sungai dan terluapi pasang air laut. Wilayah ini dapat dikembangkan terutama untuk perikanan, misalnya *beje*, tambak, kolam, pertanian (sawah), atau perkebunan (kelapa).

Zona pengelolaan adaptif merupakan wilayah penyangga dengan sifat dan kendala, antara lain: gambut dalam (tebal 2–3 m), sebagian besar wilayah tidak terluapi pasang, mudah kering apabila diatus dan masam sampai agak masam. Wilayah ini dapat dikembangkan terutama untuk tanaman kehutanan dan perkebunan terbatas yang tidak membutuhkan drainase intensif seperti jelutung, pulau, sagu, karet, atau sejenisnya. Tanaman hutan atau perkebunan yang sudah adaptif dengan kondisi dan lingkungan rawa lebih diutamakan daripada tanaman introduksi. Zona pengelolaan adaptif ini penting diperhatikan dan dikembangkan karena merupakan wilayah penyangga bagi zona di atasnya yang mempunyai gambut sangat dalam (tebal > 3 m) yang harus dipertahankan dan zona di bawahnya sebagai kawasan budi daya. Kerusakan gambut pada wilayah ini akan berdampak pada kelestarian wilayah konservasi di atasnya dan produktivitas wilayah pengembangan atau budi daya di bawahnya.

Zona konservasi merupakan wilayah dengan gambut sangat dalam (tebal > 3 m) dan kubah gambut. Sebagian zona ini menjadi hutan sekunder dan mengalami kerusakan dengan berbagai tingkat dari kerusakan ringan sampai berat. Zona ini perlu dipertahankan dan sebagian kawasan yang rusak perlu direhabilitasi dan dapat masuk dalam mekanisme perdagangan karbon.

2.4. KARAKTERISTIK FISIKA TANAH GAMBUT

Karakteristik fisika gambut sangat erat kaitannya dengan bahan penyusun gambut yang terdiri atas empat komponen, yaitu bahan organik, mineral, air, dan udara. Perubahan kandungan air akibat reklamasi gambut dapat mengubah sifat fisik lainnya. Pemahaman tentang sifat fisik akan sangat bermanfaat dalam menentukan strategi pemanfaatan gambut. Karakteristik fisik lahan gambut yang penting adalah: tingkat dekomposisi gambut, berat volume (*bulk density*), dan penurunan muka tanah (*subsidence*). Sifat-sifat tersebut saling berkaitan satu sama lain. Ketebalan gambut, lapisan bawah, dan kadar lengas gambut merupakan sifat fisik yang perlu mendapat perhatian dalam pemanfaatan gambut (Noor, 2001).

2.4.1. Berat Volume (*Bulk Density*)

Berat volume lahan gambut kurang dari 0,1 gr/cm³ untuk gambut mentah (fibrik) dan 0,2–0,3 g/cm³ pada gambut matang (saprik) jauh lebih rendah dibandingkan tanah mineral yang memiliki berat volume 1,2–1,8 g/cm³. Berat volume tanah gambut dipengaruhi oleh tingkat dekomposisi, komposisi bahan penyusun, kandungan bahan mineral, dan pemadatan. Rendahnya berat volume menyebabkan daya dukung beban menjadi sangat rendah. Keadaan ini dapat menyebabkan tanaman tahunan mudah rebah seperti kelapa dan kelapa sawit (Widjaja-Adhi, 1997; Adimihardja *et al.*, 1998a). Pengeringan dapat meningkatkan berat volume tanah gambut (Nugroho dan Widodo, 2001). Daya

dukung terhadap beban terendah terjadi pada gambut fibrik, diikuti gambut hemik dan tertinggi pada gambut saprik.

2.4.2. Kadar Lengas Gambut

Kadar lengas gambut (*peat moisture*) ditentukan oleh kematangan gambut. Pada gambut fibrik kadar lengas gambut sangat tinggi mencapai 500–1.000% bobot, sedangkan yang telah mengalami dekomposisi (hemik-saprik) berkisar antara 200–600% bobot. Kemampuan menyimpan air (*water holding capacity*) gambut fibrik lebih besar dari gambut saprik dan hemik, sebaliknya kemampuan menahan air (*water retention*) gambut fibrik lebih kecil dibanding gambut hemik dan saprik (Noor, 2001). Tingginya kemampuan gambut menyerap air menyebabkan tingginya volume pori-pori gambut, mengakibatkan rendahnya berat volume dan daya dukung beban gambut.

Lahan gambut jika didrainase secara berlebihan akan menjadi kering dan dapat menyebabkan munculnya sifat *irreversible drying* artinya gambut yang telah mengering tidak akan dapat menyerap air kembali. Drainase berlebihan menyebabkan air keluar dari gambut dan disusul masuknya oksigen sehingga meningkatkan aktivitas mikroorganisme, akibatnya terjadi dekomposisi bahan organik dan gambut akan mengalami penyusutan (*subsidence*).

2.4.3. Porositas Tanah Gambut

Porositas tanah gambut pada umumnya relatif tinggi antara 80–95% (Nugroho dan Widodo, 2001). Porositas gambut menurun jika gambut mengalami kering terus-menerus. Besarnya nilai porositas gambut tergantung dari tingkat dekomposisi gambut. Porositas gambut saprik lebih rendah dibandingkan gambut hemik dan fibrik. Semakin matang gambut, semakin rendah porositas dan semakin tinggi kemampuan menahan air (Nugroho dan Widodo, 2001; Masganti, 2003).

Konduktivitas hidrolik merupakan kecepatan gerakan air melalui tanah, pada umumnya relatif tinggi pada tanah gambut. Kecepatan konduktivitas hidrolik lahan gambut secara horizontal lebih tinggi dibandingkan vertikal. Konduktivitas hidrolik dipengaruhi oleh tipe gambut, tingkat dekomposisi, dan berat volume. Konduktivitas hidrolik gambut pedalaman lebih tinggi dibandingkan gambut pantai, gambut matang lebih rendah dibanding gambut mentah, dan gambut dengan berat volume kecil mempunyai konduktivitas hidrolik lebih tinggi dibandingkan dengan berat volume besar.

Konduktivitas hidrolik gambut secara horizontal yang cepat dapat menimbulkan proses pencucian hara berlangsung tinggi. Di lain pihak, konduktivitas hidrolik secara vertikal sangat rendah yang menyebabkan lapisan atas gambut menjadi kering, sekalipun di lapisan bawahnya basah.

2.5. KARAKTERISTIK KIMIA DAN KESUBURAN TANAH GAMBUT

Karakteristik kimia dan kesuburan lahan gambut sangat bervariasi, dipengaruhi oleh bahan induk penyusun, dekomposisi, lingkungan sekitarnya, substratum, dan ketebalan gambut. Lahan gambut yang bahan penyusunnya dari lumut lebih subur dibandingkan dari gambut berkayu; gambut matang (saprik) lebih subur dibandingkan gambut mentah; gambut yang terbentuk pada lingkungan air payau lebih subur dibandingkan air tawar atau tadah hujan. Lahan gambut yang mempunyai substratum liat (marine) lebih subur dibandingkan pasir. Lahan gambut tipis pada umumnya lebih subur dari gambut tebal. Karakteristik kimia dan kesuburan tanah gambut yang utama adalah kemasaman tanah, status hara, kadar asam-asam organik, dan kadar abu.

2.5.1. Kemasaman Lahan Gambut

Kemasaman tanah gambut berkisar antara pH 3–5. Gambut pasang surut lebih masam dari gambut di lebak dan gambut pantai. Lahan gambut ombrogen dengan kubah gambut yang tebal pada umumnya memiliki kesuburan yang rendah dengan pH sekitar 3,3, tetapi pada gambut tipis di kawasan dekat tepi sungai gambut semakin subur dan pH sekitar 4,3. Kemasaman tanah gambut disebabkan oleh kandungan asam-asam organik yang terdapat pada koloid gambut, di antaranya asam fulvat dan asam humat (Stevenson, 1994; Spark, 1995). Kondisi pH yang rendah ini secara tidak langsung menghambat ketersediaan unsur-unsur hara makro seperti P, K, dan Ca, serta sejumlah unsur hara mikro.

Kemasaman tanah gambut cenderung makin tinggi jika gambut semakin tebal. Tingkat kemasaman gambut yang berada di sekitar kubah lebih rendah dengan nilai pH sekitar 3,3 dibandingkan gambut yang berada di pinggir atau mendekati sungai dengan pH rata-rata 4,3 (Andriesse, 1988). Gambut mentah (fibrik) yang belum terurai mengandung kadar asam-asam organik lebih tinggi sehingga lebih masam. Gambut yang mengalami perombakan mengandung abu yang lebih banyak sebagai sumber basa (Kurnain *et al.*, 2006; Masganti, 2003).

2.5.2. Ketersediaan Hara Makro

Kondisi tanah gambut yang sangat masam dapat menyebabkan kekahatan hara N, P, K, Ca, dan Mg (Wong *et al.*, 1986 dalam Mutalib *et al.*, 1991). Kandungan N dalam tanah gambut sangat tinggi, tetapi seperti halnya dengan hara P, sebagian besar N berada dalam bentuk organik sehingga apabila dimanfaatkan tanaman harus melalui proses mineralisasi (Stevenson, 1986; Andriesse, 1988). Kisaran kandungan N gambut berkayu adalah 0,3–4% (Andriesse, 1988), sedangkan Maas *et al.* (1997) melaporkan bahwa kadar N gambut dari Pangkoh sebesar 0,75%. Selanjutnya, Salampak (1999) dan Masganti (2003) menegaskan bahwa kandungan N gambut bervariasi menurut tingkat kematangan. Gambut yang

lebih matang mempunyai kandungan N yang lebih tinggi. Nisbah C/N gambut umumnya sangat tinggi, melebihi 30. Ini berarti hara N kurang tersedia untuk tanaman, sekalipun hasil analisis N total menunjukkan angka yang tinggi.

Tabel 2. Sifat-sifat tanah gambut pada lahan pasang surut

Sifat tanah	Pulau	SMP bergambut		Gambut dangkal		Gambut sedang		Gambut dalam		Gambut sangat dalam	
		Lap. atas	Lap. bwh	Lap. atas	Lap. bwh	Lap. atas	Lap. bwh	Lap. atas	Lap. bwh	Lap. atas	Lap. bwh
Jumlah profil	Sum Kal	66 23		49 56		56 35		25 9		12 19	
Tekstur	Sum Kal	SiC SiC hC-SiC hC		C hC		SIC hC		SIC hC			
pH H ₂ O (1:5)	Sum Kal	3,9 3,9	3,8 3,8	4,1 3,8	4,0 3,8	4,0 4,0	3,8 3,6	3,6 3,6	3,7 3,6	3,6 3,2	3,4 3,4
Daya hantar listrik (dS/m)	Sum Kal	0,3 sr 0,1 sr	2,0 sr 0,6 sr	0,4 sr	1,3 sr 0,8 sr	0,5 sr 1,1 sr	1,6 sr 0,8 sr	0,2 sr	0,5 sr	0,2 sr	0,8 sr
Karbon organik (%)	Sum Kal	34,17 25,03	5,71 7,87	41,98 38,86	29,87 28,70	47,20 36,28	32,57 31,36	56,98 45,39	53,09 35,15	56,39 55,49	44,70 47,23
Nitrogen (%)	Sum Kal	0,98 1,09	0,11 0,21	1,50 1,34	1,21 0,74	1,78 1,46	1,10 0,72	1,94 1,54	1,40 0,95	2,02 1,43	1,16 1,06
Rasio C/N	Sum Kal	31 st 25 t	25 t 32 st	31 st 31 st	30 st 40 st	28 st 29 st	37 st 46 st	30 st 31 st	41 st 41 st	29 st 45 st	40 st 48 st
P ₂ O ₅ -HCl (mg/100 g tnh)	Sum Kal	38 sd 94 st	8 sr 24 sd	50 t 46 t	16 r 31 sd	42 t 58 t	15 r 16 r	65 st 49 t	20 r 34 sd	41 t 22 sd	9 sr 23 sd
K ₂ O-HCl (mg/100 g tnh)	Sum Kal	27 sd 15 r	29 sd 17 r	33 sd 19 r	16 r 14 r	21 sd 24 sd	19 r 14 r	59 t 41 t	33 sd 21 sd	54 r 19 r	26 sd 12 r
P ₂ O ₅ -Bray I (ppm)	Sum Kal	38,8 65,1	13,4 13,2	19,4 71,8	17,9 30,7	13,2 32,3	23,4 18,6	11,2 57,5	5,3 41,5	34,3	25,9
Jumlah basa (cmol(+)/kg tnh)	Sum Kal	23,9 6,9	17,7 8,5	29,7 9,0	21,8 8,1	51,5 7,8	39,8 5,5	22,7 4,4	21,7 4,4	14,8 3,4	9,0 4,1
Ca-dapat tukar (cmol(+)/kg tnh)	Sum Kal	9,20 2,79	6,13 2,08	12,03 3,70	7,20 2,46	15,38 5,18	12,23 2,22	4,79 2,06	6,05 1,46	8,09 1,07	2,24 1,71
Mg-dapat tukar (cmol(+)/kg tnh)	Sum Kal	11,70 3,60	8,83 5,74	14,21 3,73	11,64 4,26	25,60 2,10	16,36 2,70	7,19 1,86	7,87 2,37	4,66 1,86	5,34 1,87

Tabel 2. Sifat-sifat tanah gambut pada lahan pasang surut (lanjutan)

Sifat tanah	Pulau	SMP bergambut		Gambut dangkal		Gambut sedang		Gambut dalam		Gambut sangat dalam	
		Lap. atas	Lap. bwh	Lap. atas	Lap. bwh	Lap. atas	Lap. bwh	Lap. atas	Lap. bwh	Lap. atas	Lap. bwh
K-dapat tukar (cmol(+)/kg tnh)	Sum	0,48	0,41	0,76	0,60	0,92	0,87	1,16	0,68	1,24	0,47
	Kal	0,20	0,18	0,61	0,28	0,25	0,16	0,21	0,20	0,26	0,15
Na-dapat tukar (cmol(+)/kg tnh)	Sum	2,40	2,60	2,68	2,46	5,99	7,80	1,97	3,28	1,79	0,90
	Kal	0,33	0,58	0,94	1,13	0,26	0,42	0,24	0,32	0,19	0,41
KTK-pH 7 (cmol(+)/kg tnh)	Sum	88,1	32,2	100,7	72,9	120,4	84,4	115,5	123,9	128,9	134,2
	Kal	65,0	34,5	91,2	84,5	78,8	73,2	104,1	73,6	121,5	113,2
Kejenuhan basa (%)	Sum	36 sd	54 sd	37 sd	40 sd	43 sd	57 sd	15 sr	18 sr	10 sr	15 sr
	Kal	24 sr	25 r	15 sr	12 sr	14 sr	11 sr	5 sr	21 r	3 sr	5 sr
Kejenuhan Al (%)	Sum	30 r	37 r	23 r	33 r	7 sr	14 sr	10 sr	22 r		
	Kal	69 t	66 t	60 sd	73 r	45 sd	68 t	59 sd	56 sd		
Pirit (%)	Sum	0,46	1,87	1,20	0,93	0,64	0,89	0,26	1,07	0,27	0,60
	Kal	0,33	0,76								

Sumber: Subagyo (2006)

Keterangan:

Tekstur, pH H₂O, dan masing-masing kandungan sifat/hara dihitung berdasarkan rata-rata dari semua profil yang dievaluasi.

Tekstur: SiC = liat berdebu; C = liat; hC = liat berat (*heavy clay*), pH H₂O: me = masam ekstrim (pH: 3,5 atau kurang); sms = sangat masam sekali (pH: 3,5–4,5),

Kandungan sifat/hara: sr = sangat rendah; r = rendah; sd = sedang; t = tinggi; st = sangat tinggi; dan sts = sangat tinggi sekali (> 100). Sum = Sumatera; Kal = Kalimantan.

Ketersediaan P dalam gambut ditentukan oleh tingkat dekomposisi gambut (Andriesse, 1988; Salampak, 1999; Masganti, 2003a). Gambut matang (saprik) mempunyai kadar P tersedia yang lebih tinggi. Ketersediaan P dalam tanah gambut berbanding terbalik dengan kedalaman gambut, disebabkan pada lapisan yang lebih dalam dekomposisi lebih rendah sehingga kadar P dalam tanah lebih rendah. Daya simpan P pada lahan gambut rendah karena gambut banyak mengandung gugus fungsional reaktif dengan muatan negatif sehingga P banyak yang tercuci dari daerah perakaran. Kejenuhan basa (Ca, Mg, K, Na) tanah gambut tergolong rendah antara 5–10%, padahal secara umum kejenuhan basa yang baik agar tanaman dapat menyerap basa-basa dengan mudah adalah sekitar 30% (Soepardi dan Surowinoto, 1982). Hal ini dikarenakan lahan gambut Indonesia terbentuk di atas tanah miskin hara dan/atau hanya mendapatkan hara dari hujan (ombrogen). Kejenuhan basa tanah gambut di Kalimantan Tengah, rata-rata lebih kecil dari 10% (Salampak, 1999; Sitorus *et al.*, 1999; Masganti,

2003a). Meskipun lahan gambut memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang sangat tinggi (90–200 me/100 g), tetapi kejenuhan basa (KB) sangat rendah. Hal ini menyebabkan ketersediaan hara terutama K, Ca, dan Mg sangat rendah.

2.5.3. Ketersediaan Hara Mikro

Lahan gambut selain kahat hara makro juga mikro seperti Cu, Zn, Fe, Mn, B, dan Mo. Kadar unsur hara Cu, Bo, dan Zn di lahan gambut umumnya sangat rendah dan sering kali terjadi defisiensi (Wong *et al.*, 1986 dalam Mutalib *et al.*, 1991). Hal ini disebabkan oleh terbentuknya senyawa organik-metalik yang menyebabkan unsur mikro tidak atau kurang tersedia (Suryanto, 1994; Spark *et al.*, 1997; Salampak, 1999). Dekomposisi gambut menghasilkan asam-asam karboksilat dan fenolat yang merupakan gugus fungsional penting yang mengikat logam, di mana urutan pengikatannya adalah $Cu > Pb > Zn > Ni > Co > Mn >$ (Saragih, 1996; Salampak, 1999). Tingginya kadar asam fenolat pada tanah gambut menyebabkan kahat Cu (Sabiham *et al.*, 1997). Dilaporkan juga, tingginya produksi CO_2 yang membentuk senyawa bikarbonat dapat menyebabkan kahat Zn (Moormann dan Bremenn, 1978). Ketersediaan hara Cu dan Zn yang rendah pada tanah gambut juga dapat disebabkan oleh pH yang rendah. Pemberian hara mikro Cu pada tanah gambut menurunkan gabah hampa dan meningkatkan hasil padi (Ambak *et al.*, 2000).

2.5.4. Kadar Asam-Asam Organik

Gambut Indonesia yang komposisi kimianya banyak didominasi oleh lignin, setelah mengalami proses dekomposisi akan mengalami perubahan menjadi asam-asam organik berupa senyawa fenolat dan derivat asam organik lainnya. Dari komposisi kimia yang lain, yaitu dari selulosa dan hemiselulosa, setelah mengalami proses dekomposisi akan mengalami perubahan menjadi asam-asam organik berupa senyawa karboksilat. Hampir seluruh mekanisme kimiawi yang terjadi dalam bahan gambut dikarenakan kehadiran asam-asam organik tersebut, yaitu yang berlangsung pada tapak reaktif gugus fungsional, terutama -COOH, -OH-fenol, dan -OH-alkohol. Namun demikian, gugus fungsional ini sangat tidak stabil, tergantung pada keadaan reduksi-oksidasi (redoks) dan pH tanahnya. Dalam suasana oksidatif, gugus fungsional akan mengalami proses oksidasi dan dekarboksilasi membentuk $C=O$ quinon yang kurang atau bahkan tidak reaktif. Akibatnya, reaksi pertukaran kation menjadi tidak berjalan, bahkan kation tidak dapat terjerap sehingga mudah hilang karena pencucian. Selain itu, karena bahan gambut umumnya berasal dari ikatan CHO, secara genetik kestabilan bahan gambutnya menjadi rendah karena mudah terdekomposisi membentuk CO_2 , CH_4 , dan H_2O (Sabiham, 2006).

Pada tanah gambut Kalimantan Tengah, konsentrasi asam fenolat tanah gambut pedalaman > gambut transisi > gambut pantai. Riwandi (2001) mendapatkan hasil bahwa kandungan derivat asam fenolat gambut Jambi dan

Kalimantan berturut-turut 2,71–5,81 dan 4,42–10,31 mM. Hal ini dikarenakan kandungan lignin gambut Jambi dan Kalimantan Tengah dapat digolongkan ke dalam kategori tinggi, yaitu berturut-turut 79,32–84,37% dan 82,78–92,75%. Selanjutnya, pada umumnya kandungan derivat asam fenolat gambut fibrik lebih besar dari hemik atau saprik.

2.6. KARAKTERISTIK BIOLOGI TANAH GAMBUT

Lahan gambut merupakan habitat yang khas bagi kehidupan beraneka macam flora dan fauna. Tumbuhan spesifik lahan gambut yang memiliki nilai ekonomi tinggi adalah jelutong (*Dyra costulata*), ramin (*Gonystylus bancanus*), dan meranti (*Shorea* spp.). Selain itu juga ditemukan beberapa spesies pohon bernilai ekonomi sedang, yaitu kempas (*Kompassia malaccensis*), punak (*Tetramerista glabra*), perepat (*Combretocarpus royundatus*), terentang (*Camptosperma* spp.), pulai rawa (*Alstonia pneumatophor*), bungur (*Lagestroemia spesiosa*), dan nyatoh (*Palaquium* spp.) (Sabiham, 2006).

Habitat lahan gambut, terutama pada gambut tebal, tampaknya kurang banyak disenangi oleh hewan-hewan besar sebagai tempat hidupnya. Karena endapan gambut selalu dalam keadaan yang sangat lunak, bersifat sangat masam, dan miskin unsur hara, fauna yang sering ditemukan kebanyakan dari beberapa jenis burung dan mamalia. Jenis burung yang ditemukan, seperti rangkong (*Buceros vigil*), punai jambu (*Ptilinopus jambu*), baram jambi (*Streptopelia bitorquata*), punai beruke (*Teron curvirostra*), punai utong (*Teron griseicauda*), punai tasi (*Teron fulvicollis*), menkot (*Rhizotera longirostris*), punai ondu (*Phaenicophaeus sumatranus*), dan pungguk (*Ninox scutulata*). Sementara itu, jenis mamalia, antara lain trenggiling (*Manis javanica*), pelanduk (*Tragulus javanicus*), keluang (*Pteropus vampyrus*), kera (*Macaca fascicularis*), ungko (*Hylobates syndactylus*), musang (*Martes flagula*), musang air (*Lutra perpicillata*), babi (*Sus scrofa*), dan tupai (*Callosciurus prevosti*) (Momose dan Shimamura, 2004).

Mikroorganisme yang ditemui di lahan gambut terdiri atas kelompok (1) mikroorganisme awal seperti golongan jamur dan bakteri, baik bersifat aerob maupun anaerob; (2) perkembangan atau penebalan gambut seperti jamur atau bakteri yang bersifat anaerob; dan (3) dekomposisi lanjut setelah lahan terdrainase seperti golongan jamur dan bakteri aerob. Hasil penelitian Yanti (2001) menunjukkan bahwa terdapat delapan isolat jamur dan enam isolat khamir yang telah diisolasi dari gambut Pangkoh, Kalimantan Tengah, dan Agustina *et al.* (2001) menunjukkan tiga spesies mikoriza vesikular-arbuskular (MVA), yakni *Gigaspora* sp., *Glomus* sp., dan *Acaulospora* sp. yang telah diisolasi dari gambut Bereng Bengkel, Kalimantan Tengah.

Kemampuan mikroorganisme pelarut P memengaruhi penyediaan P dalam gambut, salah satunya ditentukan oleh populasi mikroorganisme (Tan, 1994; Agustina *et al.*, 2001). Populasi organisme pelarut fosfat pada gambut dari Pangkoh hanya 10.000 sel per gram gambut (Setyaningsih, 2000), bahkan

Agustina *et al.* (2001) mendapatkan angka yang lebih kecil untuk ketiga spesies mikoriza dari gambut Bereng Bengkel, yakni rata-rata hanya 58 spora per 100 gram gambut.

Pada gambut tropika berkayu banyak ditemukan *Pseudomonas*, selain fungi *white mold* dan *Penicilium* (Suryanto, 1991). *Pseudomonas* merupakan bakteri yang mampu merombak lignin. Penelitian tentang dekomposisi gambut di Palangkaraya menunjukkan bahwa dekomposisi permukaan gambut terutama disebabkan oleh dekomposisi aerob yang dilaksanakan oleh fungi (Moore dan Shearer, 1997).

BAB III

PERUBAHAN IKLIM DAN DEGRADASI LAHAN GAMBUT

3.1. DAMPAK PERUBAHAN IKLIM

Perubahan iklim merupakan salah satu ancaman yang sangat serius terhadap sektor pertanian dan berpotensi mendatangkan masalah baru bagi keberlanjutan produksi pangan dan sistem produksi pertanian pada umumnya. Perubahan iklim adalah kondisi beberapa unsur iklim yang *magnitude* dan/atau intensitasnya cenderung berubah atau menyimpang dari dinamika dan kondisi rata-rata, menuju ke arah tertentu (meningkat atau menurun).

Pengaruh perubahan iklim terhadap sektor pertanian bersifat *multi dimensional*, mulai dari sumber daya, infrastruktur pertanian, dan sistem produksi pertanian sampai aspek ketahanan dan kemandirian pangan, serta kesejahteraan petani dan masyarakat pada umumnya. Pengaruh tersebut dibedakan atas dua indikator, yaitu kerentanan dan dampak. Secara harfiah, kerentanan terhadap perubahan iklim adalah kondisi yang mengurangi kemampuan (manusia, tanaman, dan ternak) beradaptasi dan/atau menjalankan fungsi fisiologis/biologi, perkembangan fenologi pertumbuhan dan produksi serta reproduksi secara optimal akibat cekaman perubahan iklim. Dampak perubahan iklim adalah gangguan atau kondisi kerugian dan keuntungan, baik secara fisik maupun sosial dan ekonomi, yang disebabkan oleh cekaman perubahan iklim (Balitbangtan, 2011a; Balitbangtan, 2011b).

Dampak perubahan iklim secara langsung terhadap sumber daya pertanian dapat berupa terjadinya degradasi dan penyusutan sumber daya lahan, dinamika dan anomali ketersediaan air, dan kerusakan sumber daya genetik/biodiversiti. Dampak tersebut dapat berupa penurunan produktivitas dan produksi sehingga mengganggu sistem ketahanan pangan nasional. Dampak tidak langsung sebagian besar disebabkan oleh adanya dampak komitmen atau kewajiban melaksanakan mitigasi, seperti tertuang dalam RAN-GRK, Perpres No. 61 Tahun 2011, yang berpengaruh terhadap produktivitas/produksi, ketahanan pangan, pengembangan bioenergi, dan sosial-ekonomi. Inpres No. 6 Tahun 2013 (pengganti Inpres No. 10 Tahun 2011) tentang moratorium pembukaan hutan produksi dan lahan gambut berdampak terhadap program perluasan areal baru. Dalam konteks yang lebih luas, perubahan iklim terkait dengan kebijakan nasional maupun internasional, harga pangan, dan sebagainya (Balitbangtan, 2011b).

Berdasarkan sifatnya, dampak perubahan iklim global terhadap sektor pertanian dibedakan atas: (1) dampak yang bersifat *continue*, berupa kenaikan suhu udara, perubahan hujan, dan kenaikan salinitas air tanah untuk wilayah pertanian dekat pantai yang akan menurunkan produktivitas tanaman dan perubahan panjang musim yang mengubah pola tanam dan indeks penanaman; (2) dampak yang bersifat *discontinue* seperti meningkatnya gagal panen akibat meningkatnya frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrem (banjir, kekeringan, angin kencang, dan lain-lain) dan munculnya serangan atau ledakan hama penyakit tanaman; dan (3) dampak yang bersifat permanen berupa berkurangnya luas kawasan pertanian di kawasan pantai akibat kenaikan muka air laut (Boer *et al.*, 2011).

3.2. CADANGAN KARBON

Berbagai informasi mengemukakan bahwa gambut di seluruh dunia menyimpan antara 192–450 Gt C (Post *et al.*, 1982) atau 15–35% dari seluruh karbon yang ada di daratan. Lahan gambut tropika yang luasnya 10–12% dari total gambut dunia diperkirakan menyimpan 191 Gt C (Page dan Rieley, 1998) atau $\frac{1}{3}$ total karbon yang tersimpan pada lahan gambut dunia. Dengan asumsi bahwa rata-rata dengan ketebalan 5 m, lahan gambut tropika dapat menyimpan sekitar 2.500 ton C/ha lebih besar hampir 2 kali lipat dibandingkan dengan rata-rata gambut pada umumnya yang hanya sebesar 1.200 ton C/ha (Diemont *et al.*, 1997).

Cadangan karbon pada tanah gambut tersebar mulai dari lapisan permukaan sampai lapisan dasar gambut (Agus dan Subiksa, 2008). Cadangan karbon dalam tanah gambut bersifat labil, yakni sangat mudah teremisi jika terjadi gangguan terhadap kondisi alaminya. Oleh karena itu, lahan gambut diperkirakan merupakan salah satu sumber emisi terbesar di Indonesia (Hooijer *et al.*, 2010; WWF, 2008), sehubungan dengan pesatnya perkembangan pemanfaatan gambut untuk pertanian khususnya perkebunan.

Cadangan karbon dalam tanah gambut (*below ground C-stock*) bervariasi tergantung proses pembentukan dan keadaan lingkungan. Page *et al.* (2002) menyatakan rata-rata kandungan C pada tanah gambut sekitar 60 kg C m⁻³ atau ekuivalen dengan 600 t C ha⁻¹ untuk setiap meter ketebalan gambut. Di daerah tropis cadangan C dalam tanah gambut bervariasi antara 250 t/ha untuk gambut tipis (< 0,5 m) sampai lebih dari 5.000 ton/ha untuk gambut sangat dalam (> 10 m). Untuk setiap satu meter kedalaman gambut tersimpan sekitar 300–700 ton C/ha (Agus *et al.*, 2010; Wahyunto *et al.*, 2003, 2004). Penelitian terbaru dari Agus *et al.* (2011) menyatakan bahwa cadangan karbon pada gambut di Indonesia sekitar 27 Gt.

Selain ketebalan gambut, tingkat kematangan gambut juga berpengaruh terhadap cadangan karbon dalam suatu volume tertentu. Hasil penelitian Agus *et al.* (2010) di Kalimantan Barat menunjukkan rata-rata kerapatan karbon (*carbon density*) gambut dengan tingkat kematangan saprik > 65 kg C m⁻³, sedangkan

rata-rata kerapatan karbon gambut dengan tingkat kematangan fibrik adalah $< 40 \text{ kg C m}^{-3}$.

Cadangan karbon di lahan gambut juga tersimpan dalam biomassa tanaman (*above ground C-stock*). Nilai cadangan karbon dalam biomassa tanaman sangat bervariasi, tergantung pada keragaman dan kerapatan tanaman, kesuburan tanah, kondisi iklim, ketinggian tempat dari permukaan laut, lamanya lahan dimanfaatkan untuk penggunaan tertentu, serta cara pengelolaannya (Hairiah dan Rahayu, 2009). Umur tanaman juga sangat menentukan besarnya cadangan karbon dalam tanaman. Oleh karena itu, Tomich *et al.* (1998) menyarankan untuk menggunakan nilai rata-rata waktu (*time average*) untuk membandingkan cadangan karbon pada berbagai jenis penggunaan lahan. Apabila lahan gambut dikelola dengan tidak baik dapat menyebabkan emisi jutaan ton karbon ke udara yang berdampak pada pemanasan global, sekaligus menurunkan kelestarian gambut.

Tanah gambut terdapat pada tipologi lahan pasang surut, lebak, dan pada umumnya berada di *landform* dataran rawa belakang (*back swamp*). Pada tanah gambut di lahan lebak dapat ditemui jenis tanah yang seluruh lapisannya merupakan gambut utuh atau lapisan gambut berselang-seling dengan lapisan tanah mineral. Hal tersebut dapat memengaruhi besaran cadangan karbon. Besaran cadangan karbon juga dipengaruhi oleh kesuburan tanah.

Hasil penelitian Nurzakiah *et al.* (2013) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara cadangan karbon dengan ketebalan gambut, tingkat kematangan, dan kadar abu. Semakin tebal dan matang gambut, semakin besar cadangan karbonnya. Cadangan karbon pada gambut saprik lebih tinggi dibandingkan dengan hemik dan fibrik dengan rasio 1,75 : 1,5 : 1 (gambut pasang surut) dan 2,15 : 1,4 : 1 (gambut lebak/pedalaman). Cadangan karbon pada gambut pasang surut dengan hanya memperhitungkan ketebalan gambut tanpa sisipan tanah mineral masing-masing untuk (1) lahan karet rakyat/terlantar berkisar antara $5.016,49 \pm 468,35 \text{ t/ha}$ (ketebalan gambut 439–625 cm, sisipan tanah mineral 50–350 cm), (2) lahan karet dan nanas berkisar $3.989,54 \pm 233,39 \text{ t/ha}$ (ketebalan gambut 523–574 cm, tanpa sisipan tanah mineral), dan (3) semak belukar berkisar $3.401,71 \pm 336,82 \text{ t/ha}$ (ketebalan gambut 196–521 cm, sisipan tanah mineral 250–350 cm). Cadangan karbon pada gambut pedalaman (lebak) dengan hanya memperhitungkan ketebalan gambut tanpa sisipan tanah mineral masing-masing untuk (1) lahan padi berkisar antara $929,61 \pm 185,18 \text{ t/ha}$ (ketebalan gambut 72–481 cm, sisipan tanah mineral 17–19 cm); (2) lahan karet berkisar antara $2.021,56 \pm 133,59 \text{ t/ha}$ (ketebalan gambut 287–465 cm, sisipan tanah mineral 3–24 cm); dan (3) gambut alami berkisar antara $1.631,01 \pm 91,62 \text{ t/ha}$ (ketebalan gambut 280–323 cm, sisipan tanah mineral 11 cm).

3.3. DEGRADASI LAHAN GAMBUT

Lahan gambut terdegradasi adalah kawasan-kawasan budi daya atau hutan yang telah mengalami atau dalam proses kerusakan fisik, kimia, dan biologi serta

mengandung cadangan karbon dan tingkat keanekaragaman hayati yang rendah sehingga pada akhirnya membahayakan fungsi hidrologis, ekologis, produksi, pemukiman, dan kehidupan sosial-ekonomi masyarakat. Degradasi lahan gambut dapat terjadi akibat kesalahan pembukaan lahan, pembuatan saluran drainase serta pengelolaan lahan. Selain itu, degradasi juga bisa disebabkan oleh terjadinya kebakaran atau pembakaran lahan gambut. Kebakaran lahan berdampak terhadap lingkungan dan biofisik lahan, yaitu pelepasan asap, CO₂, peningkatan suhu tanah dan udara, dan kerusakan habitat flora dan fauna.

Pembukaan lahan dan drainase lahan gambut memberikan dampak terhadap sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Akibat ketidakhati-hatian dalam pembukaan dan pengelolaan lahan gambut akan membawa dampak terhadap karakteristik alami gambut. Pembukaan lahan dengan pembuatan saluran drainase menyebabkan muka air tanah menurun sehingga lapisan atas gambut kondisinya berubah menjadi aerobik. Perubahan kondisi ini meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam proses dekomposisi gambut. Dekomposisi bahan gambut sangat cepat pada awal pembukaan lahan, tetapi semakin lama akan semakin menurun karena pH yang semakin masam dan semakin resistannya bahan gambut yang tersisa. Karakteristik lahan gambut terdegradasi dicirikan oleh salah satu atau beberapa sifat berikut, yaitu menurunnya kemampuan memegang air, karbon organik total (TOC), dan N-total (Anshari, 2010).

3.3.1. Hidrofobik

Kemampuan memegang air sering dihubungkan dengan sifat hidrofilik dan hidrofobik. Sifat hidrofobik pada tanah gambut dapat disebabkan oleh terbentuknya selimut (*coating*) kedap air, berkurangnya gugus hidrofilik, dan/atau meningkatnya gugus hidrofobik. Hidrofobisitas berpengaruh terhadap kemampuan bahan humat dalam mengabsorpsi kation-kation. Kondisi hidrofobik berkaitan dengan berkurangnya ketersediaan gugus karboksilat dan fenolat yang bersifat hidrofilik (Utami *et al.*, 2009a).



Gambar 2. Kondisi gambut hidrofobik akibat kebakaran lahan

Tabel 3. Karakteristik fisik gambut hidrofilik dan hidrofobik

No.	Sifat Fisika	Saprik Hidrofilik	Fibrik Hidrofilik	Fibrik Hidrofobik
1.	Kadar lengas (% v)	370,80	510,70	53,40
2.	Berat volume (g.cm ⁻³)	0,30	0,13	0,18
3.	Berat jenis (g.cm ⁻³)	1,57	1,07	1,19
4.	Ruang pori total (%)	83,00	88,00	85,00
5.	Warna dalam Na-pirofosfat skala 10 YR	Cokelat gelap 2/2	Cokelat terang 5/2	

Sumber: Supriyo dan Maas (2005)

Kondisi hidrofobik pada gambut terdegradasi sering kali akibat “*over-drained*” dicirikan dengan perubahan sifat fisik antara lain menurunnya kandungan lengas tanah lapangan dari 370,80 menjadi 53,4 (% volume) dan meningkatnya berat volume dan ruang pori total (Supriyo dan Maas, 2005). Selain itu, juga disebabkan oleh kandungan asam humat dan daya hantar listrik yang lebih tinggi daripada gambut hidrofilik, sedangkan pH (H₂O), kapasitas pertukaran kation, kemasaman total, jumlah gugus COOH, gugus OH, dan kandungan bahan organik lebih rendah daripada gambut hidrofilik (Utami *et al.*, 2009b).

3.3.2. Subsiden

Penurunan permukaan gambut (*subsidence*) terjadi akibat reklamasi (pembukaan) dan drainase lahan gambut. Subsiden dapat terjadi akibat proses fisik dan kimia pada tanah gambut. Penyusutan gambut dapat terjadi akibat kehilangan air dan diikuti oleh masuknya udara ke dalam tanah. Kehilangan air dari massa gambut menyebabkan kematangan gambut secara fisik (*physical ripening*) sehingga terjadi penyusutan gambut, sedangkan masuknya oksigen dalam tanah gambut dapat meningkatkan proses dekomposisi (*chemical ripening*).

Drainase gambut yang berlebihan dapat menyebabkan subsiden dan kondisi tanah menjadi lebih oksidatif. Menurut Sarwani (2003), hampir 50% lahan gambut di Delta Pulau Petak, hilang atau susut dalam rentang 30 tahun (1960–1990). Gambut yang berada di atas lapisan bahan sulfidik bersifat *protective sponge* agar lapisan tersebut tetap dalam kondisi anaerob (Page *et al.*, 2009). Hilangnya lapisan gambut dapat meningkatkan kemasaman tanah, aluminium dapat dipertukarkan, dan pencucian basa-basa (Marttila, 2010; Fahmi, 2012).



Gambar 3. Penurunan permukaan lahan gambut (subsiden) selama 6 tahun di Jabiren, Kalimantan Tengah (Dok. S. Raihan, 2014)

Kedalaman muka air tanah merupakan faktor utama penentu kecepatan subsiden karena sangat memengaruhi dekomposisi gambut. Faktor lain yang ikut memengaruhi adalah penggunaan alat-alat berat dan pemupukan. Proses subsiden berlangsung cepat (mencapai 20–50 cm/tahun) pada awal dibangunnya saluran drainase (Welch dan Nor, 1989), terutama disebabkan oleh besarnya komponen konsolidasi dan pengerutan, tetapi dengan berjalannya waktu, subsiden mengalami kestabilan.

Penurunan permukaan gambut juga menyebabkan menurunnya kemampuan gambut menahan air. Apabila kubah gambut sudah mengalami penciutan setebal satu meter, lahan gambut tersebut akan kehilangan kemampuannya dalam menyangga air sampai 90 cm atau ekuivalen dengan 9.000 m³/ha. Dengan kata lain, lahan di sekitarnya akan menerima 9.000 m³ air lebih banyak bila terjadi hujan deras. Sebaliknya, karena sedikitnya cadangan air yang tersimpan selama musim hujan, cadangan air yang dapat diterima oleh daerah sekelilingnya menjadi lebih sedikit dan daerah sekitarnya akan rentan kekeringan pada musim kemarau.

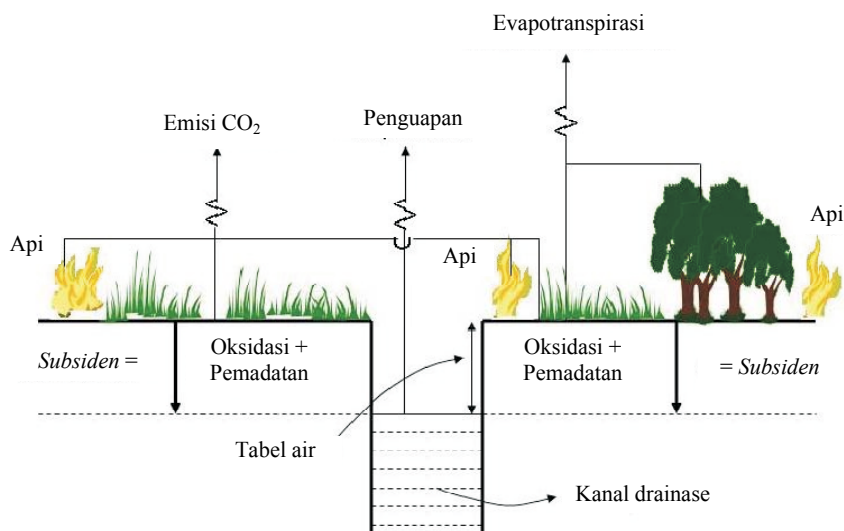
3.3.3. Emisi Gas Rumah Kaca

Dalam kaitannya dengan lahan gambut, GRK yang menjadi sorotan adalah CO₂, CH₄, dan N₂O. Gas CO₂ dan CH₄ merupakan produk dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba pendekomposisi dan mikroba metanogen di gambut masing-masing pada kondisi kering (aerob) dan tergenang (anaerob). Potensial redoks tanah (E_h) merupakan faktor penting yang mengontrol pembentukan CH₄. Pengerinan lahan setelah penggenangan yang terus-menerus akan menyangga penurunan potensial redoks karena peningkatan difusi oksigen sehingga pada akhirnya dapat menghambat pembentukan CH₄ di rizosfer tanah.

Emisi N₂O dihasilkan dari denitrifikasi NO₃⁻ menjadi N₂O dan/atau N₂ yang dipengaruhi oleh kelembapan tanah, suhu, ruang pori yang terisi air, dan konsentrasi N mineral serta nilai Eh (Melling *et al.*, 2007). Menurut Nykanen

(2003), emisi N_2O pada lahan gambut alami tergolong rendah ($< 4 \text{ mg } N_2O/m^2/th$) karena ketersediaan nitrit rendah. Pada sistem pertanian di lahan gambut dengan masukan pupuk N (urea, pupuk kandang) tinggi akan meningkatkan mineralisasi nitrogen yang menghasilkan nitrat dan N_2O . Berdasarkan pengukuran Inubushi *et al.* (2003), emisi pada lahan pertanian di gambut untuk N_2O antara $0,5\text{--}3,7g/m^2/th$.

Emisi CO_2 dari lahan gambut disebabkan oleh oksidasi setelah sistem lahan gambut didrainase, yang diikuti oleh terjadinya pemadatan dan subsiden permukaan gambut (Gambar 4). Pendugaan emisi akibat drainase dilaporkan oleh Hooijer *et al.* (2006) dalam IFCA (2007), yaitu emisi CO_2 berkisar antara 355 dan 874 juta ton/tahun atau rata-rata 632 juta ton/tahun untuk Asia Tenggara.



Gambar 4. Sumber emisi CO_2 pada lahan gambut akibat drainase yang mengakibatkan oksidasi pemadatan gambut yang mengakibatkan subsidensi serta kebakaran

Sumber: Wibowo, 2009

3.4. KEBAKARAN LAHAN GAMBUT

Lahan gambut merupakan salah satu tipe ekosistem yang paling rawan kebakaran. Walaupun berada di lingkungan rawa, tetapi bila kekeringan akan mudah terbakar. Bahan bakar potensial di areal hutan gambut adalah lahan gambut dengan kedalaman bervariasi serta tumbuhan bawah yang biasanya pertama kali memicu terjadinya kebakaran permukaan. Makin tebal lahan gambut makin rawan terbakar dan rawan deforestasi (Gambar 5). Pada musim kemarau panjang, seluruh bahan bakar di lahan gambut menjadi kering dan mudah terbakar. Kebakaran yang terjadi sulit dipadamkan karena sifatnya adalah kebakaran bawah (*ground fire*) yang terjadi di bawah permukaan tanah. Pada

kebakaran bawah, lokasi kebakaran sulit dideteksi karena api membakar bahan organik dan merambat di bawah permukaan (Gambar 6).



Gambar 5. Sebaran lahan gambut di Indonesia menurut ketebalan gambut, risiko terbakar, dan tingkat deforestasi

Sumber: IFCA, 2007

Kebakaran lahan gambut berdampak pada perubahan sifat gambut ombrogen dan lingkungan secara luas. Perubahan sifat tersebut meliputi beberapa sifat fisika, kimia, dan biologi gambut, serta proses biogeokimia penting dalam ekosistem lahan gambut. Sifat fisika gambut mengalami perubahan yang dapat menurunkan fungsi gambut sebagai media tumbuh maupun sebagai tandon air. Dampak kebakaran hutan dan lahan yang paling menonjol adalah terjadinya kabut asap yang sangat mengganggu kesehatan masyarakat dan sistem transportasi sungai, darat, laut, dan udara, meningkatnya emisi GRK dan pemanasan global. Secara sektoral, dampak kebakaran ini mencakup sektor perhubungan, kesehatan, ekonomi, ekologi, dan sosial, termasuk citra bangsa di mata negara tetangga dan dunia (Hermawan, 2006).

Lahan gambut menjadi penyumbang paling besar dalam dampak kebakaran lahan karena tingginya kandungan karbon dan besarnya jumlah karbon yang dilepas pada saat terjadinya kebakaran. Dampak kebakaran gambut dalam hubungannya dengan emisi GRK bervariasi menurut intensitas kebakaran. Hatano (2004) memperkirakan kedalaman gambut yang terbakar sewaktu pembukaan hutan sedalam 15 cm, apabila kandungan karbon gambut rata-rata 50 kg/m^3 (antara $30\text{--}60 \text{ kg/m}^3$), maka dengan terbakarnya 15 cm lapisan gambut akan dihasilkan emisi sebanyak 75 t C/ha atau ekuivalen dengan $275 \text{ t CO}_2/\text{ha}$. Kebakaran lahan gambut yang terjadi pada tahun 1997/1998 seluas 2,12 juta ha ditaksir menimbulkan emisi gas rumah kaca setara 0,6–4,2 juta ton C atau 2–16 juta ton CO_2 (Tacconi, 2003) sehingga Indonesia dikatakan sebagai penyumbang

gas rumah kaca ketiga di dunia.



Gambar 6. Kebakaran lahan gambut di Kalimantan Tengah dan Riau (Dok. Limin *et al.*, 2007 dan Balittra, 2011)

Dampak kebakaran terhadap produksi di sektor pertanian diduga tidak terlalu besar karena pembakaran dilakukan untuk penyiapan/pembersihan lahan, bukan untuk perluasan areal tanam, kecuali jika kebakaran menjalar secara tidak terkendali. Beberapa kasus telah menunjukkan bahwa kebakaran lahan gambut banyak dipicu oleh pembukaan lahan yang dilakukan oleh pengusaha perkebunan. Penegakan hukum secara adil perlu diterapkan kepada semua pihak pelaku kebakaran lahan. Salah satu cara membuktikan bahwa pengusaha perkebunan termasuk sebagai pelaku pembakaran hutan dapat dilakukan dengan membandingkan spektrum kebakaran tahun sebelumnya dengan perkembangan luas tanaman perkebunan pada tahun berikutnya. Sebagai ilustrasi, dari tahun 2003 sampai 2005, luas perkebunan di Provinsi Kalimantan Barat meningkat sebesar 20.636 ha atau rata-rata 10.500 ha per tahun yang terdiri dari tanaman karet, kelapa dalam, kelapa hibrida, kelapa sawit, kakao, lada, kopi, dan aneka tanaman. Di sisi lain, perkembangan produksi menunjukkan kenaikan yang cukup berarti sebesar 16,56 persen atau 263.000 ton. Peningkatan produksi tersebut bukan disebabkan oleh pertambahan luas areal tahun sebelumnya, tetapi lebih disebabkan oleh penggunaan teknologi pertanian dan pertambahan luas areal beberapa tahun lalu (sekitar 3 sampai 4 tahun). Peningkatan luas areal tanam yang paling dominan terjadi pada tanaman karet (14.000 ha selama kurun waktu tersebut atau rata-rata meningkat 7.000 ha per tahun) dan komoditas kelapa sawit (32.000 ha dalam kurun waktu yang sama atau rata-rata 16.200 ha per tahun). Ini berarti bahwa untuk komoditas karet dan kelapa sawit saja kegiatan penyiapan lahan dilakukan pada luasan rata-rata 23.000 ha per tahun. Sangat besar kemungkinan bahwa penyiapan lahannya dilakukan dengan membakar semak belukar (Pasaribu dan Friyatno, 2010).

BAB IV

TEKNOLOGI PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN

4.1. PENGERTIAN PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT BERKELANJUTAN

Pengelolaan lahan gambut berkelanjutan dipandang sebagai komponen dari pembangunan berkelanjutan dalam arti yang lebih luas (Noor, 2010; Radjagukguk, 2001). Pembangunan berkelanjutan diartikan sebagai “pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini, tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka”. Dengan demikian, budi daya pertanian yang dikembangkan di lahan gambut dapat diartikan sebagai praktik-praktik pengelolaan pertanian dan sistem budi daya tanaman yang memelihara atau meningkatkan (1) kelangsungan produksi tanaman secara ekonomi, (2) sumber daya alam sebagai basis faktor produksi, dan (3) ekosistem dan lingkungan yang digunakan dalam kegiatan budi daya pertanian.

Kebijakan yang terkait dengan pengelolaan dan penanggulangan kerusakan lahan/hutan gambut sudah ada, baik dalam bentuk undang-undang, peraturan pemerintah, keppres, perpres, surat keputusan menteri (permen), surat keputusan gubernur, bupati, dan wali kota (Pokja PLG Berkelanjutan, 2012). Hanya saja implementasinya di lapangan belum terlaksana dengan baik.

Pertanian berkelanjutan mempunyai ciri-ciri, antara lain: (1) mantap secara ekologis, yang berarti kualitas sumber daya alam dan kemampuan agroekosistem secara keseluruhan (manusia, tanaman, dan hewan sampai organisme tanah) dapat ditingkatkan; (2) menguntungkan secara ekonomis, yang berarti petani mendapat penghasilan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan, sesuai dengan tenaga dan biaya yang dikeluarkan, dan dapat melestarikan sumber daya alam dan meminimalkan risiko; (3) luwes, yang berarti masyarakat memiliki kemampuan menyesuaikan diri terhadap perubahan kondisi usaha tani yang berlangsung terus, misalnya populasi bertambah, kebijakan, permintaan pasar, dan lain-lain; (4) berkeadilan, yang berarti sumber daya dan penguasaan terdistribusikan dengan baik sehingga kebutuhan dasar dan hak masyarakat dapat terpenuhi; (5) berkemanusiaan, yang berarti menjunjung martabat dan nilai-nilai dasar kemanusiaan (kepercayaan, kejujuran, harga diri, kerja sama, rasa sayang), dan memelihara integritas budaya serta spiritual masyarakat (Mangkuprawira, 2007). Menurut Radjagukguk (2004), dalam mencapai sistem pengelolaan lahan gambut

berkelanjutan untuk pertanian diperlukan tiga hal, yaitu: (1) mempertahankan nilai ekonomis dari sistem pertanian; (2) mempertahankan sumber daya pertanian gambut; dan (3) mempertahankan ekosistem lain yang dipengaruhi oleh kegiatan pertanian di lahan gambut.

4.2. TEKNOLOGI PENGELOLAAN TANAMAN PANGAN

Lahan gambut yang umum dimanfaatkan untuk tanaman pangan, terutama untuk padi, adalah lahan gambut dangkal (< 1 m) sampai gambut tengahan (1–2 m). Sistem pertanian padi di lahan gambut pasang surut dengan tipe luapan B atau B ke C diarahkan ke padi sawah, sedangkan pada tipe luapan C dan D diarahkan ke padi gogo atau padi lahan kering. Permasalahan tanaman padi di lahan gambut pada umumnya adalah pengelolaan air. Produktivitas padi di lahan gambut sangat beragam, misalnya padi lokal antara 2–3 t GKG/ha dan padi varietas unggul antara 3,5–5,5 t GKG/ha. Hasil penelitian menunjukkan produktivitas padi di lahan gambut dapat mencapai 5–7 t GKG/ha (Balittra, 2011). Tanaman pangan lainnya berupa palawija seperti jagung dan kacang-kacangan banyak diusahakan di lahan gambut, khususnya tipe luapan C. Komoditas jagung bisa ditanam secara monokultur atau polikultur bersama padi menggunakan sistem surjan. Potensi lahan gambut untuk tanaman palawija cukup baik, misalnya jagung dapat mencapai 2–2,5 t pipilan kering/ha, kedelai 2–2,3 t biji kering/ha, kacang hijau 2,5 t biji kering/ha, dan kacang tanah 3 t biji kering/ha (Balittra, 2011).

Komponen teknologi inovatif untuk pengembangan tanaman pangan di lahan gambut, antara lain: (1) pengelolaan air, (2) penataan lahan, (3) penyiapan lahan dan pengolahan tanah, (4) ameliorasi dan pemupukan, (5) pemilihan varietas, dan (6) pola tanam.

4.2.1. Pengelolaan Air

Pengelolaan air yang dimaksudkan adalah pengelolaan air mikro, yaitu pengelolaan air di lahan usaha tani dari tingkat tersier sampai petak sawah usaha tani. Pengelolaan air di lahan gambut mempunyai dua tujuan utama, yaitu: (1) menyediakan air yang cukup bagi pertumbuhan tanaman, dan (2) menjaga kelestarian gambut agar terhindar dari kerusakan akibat drainase atau pengeringan.

Teknologi pengelolaan air di lahan gambut pasang surut tipe B dapat menggunakan sistem tata air satu arah dan tabat konservasi (SISTAK). Pencegahan kekeringan sangat penting dengan pemasangan tabat (*dam overflow*) pada muaramuara saluran sebagai pintu air sehingga dapat meningkatkan tinggi permukaan air dan mempertahankan cadangan air pada lahan di sekitarnya (Balittra, 2012). Sementara itu, pada lahan gambut dengan tipe luapan C, pengelolaan air sistem tabat sangat penting untuk mencegah drainase berlebihan sehingga terhindar dari kekeringan. Tabat dapat dibuat secara sederhana atau permanen, sesuai dengan ketinggian muka air yang diinginkan (Gambar 7). Rata-rata tinggi tabat dibuat

20 cm di bawah muka tanah, lebar tabat disesuaikan dengan lebar parit yang ada dan jarak antartabat sekitar 100–150 m. Hasil penelitian menunjukkan adanya tabat dapat mempertahankan kadar air tanah 80–197% berdasarkan berat kering tanah (Alwi *et al.*, 2004). Kondisi ini dapat mendukung pengembangan pola tanam padi-palawija di lahan gambut untuk meningkatkan indeks pertanaman dan produktivitas lahan.

Menurut PP 150/2000, tinggi muka air tanah yang optimum berkisar antara 60–70 cm untuk mencegah kerusakan lahan dan kebakaran. Menurut Noor (2001), tinggi muka air tanah berkisar antara 40–50 cm untuk mencegah amblesan dan 30–40 cm untuk mendukung pertumbuhan palawija. Keberadaan air di tanah gambut merupakan hal penting untuk mencegah munculnya sifat kering tak balik yang dapat terjadi akibat kekeringan/kesalahan kelola. Hasil penelitian pada gambut oligotrop di Kalimantan Tengah menunjukkan bahwa sifat kering tak balik muncul pada kadar air 73% untuk gambut hemis dan 55% untuk gambut sapris dari berat keringnya (Masganti, 2002).



Gambar 7. Model tabat sederhana di lahan gambut Desa Hiyang Bana, Kabupaten Katingan, dan di Desa Jabiren, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah, serta di Tegal Arum, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan (Dok. M. Noor/Raihan/Balittra)

4.2.2. Penataan Lahan

Penataan lahan di lahan gambut secara umum dapat dibedakan dalam tiga sistem, yaitu (1) sistem sawah, (2) sistem surjan, dan (3) sistem tegalan. Sistem sawah dan surjan dianjurkan penerapannya hanya pada lahan bergambut atau lahan gambut dangkal (< 1 m) yang terluapi air pasang. Pembuatan surjan dimaksudkan untuk diversifikasi tanaman, melalui pembuatan tembokan atau guludan untuk ditanami tanaman palawija atau sayuran. Sistem tegalan diterapkan pada lahan gambut yang tidak terluapi air pasang (tipe luapan C dan D) untuk budi daya padi gogo, palawija, sayuran, dan tanaman tahunan.



Gambar 8. Budi daya tanaman pangan (padi, kedelai, dan jagung) di lahan gambut, Desa Hiyang Bana, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah (Dok. M. Noor dkk./Balittra)

4.2.3. Penyiapan Lahan dan Pengolahan Tanah

Penyiapan lahan untuk budi daya padi di lahan gambut, secara umum dapat dibedakan atas: (1) penyiapan lahan pertama, kegiatan ini dikaitkan dengan pembukaan lahan atau pencetakan lahan untuk sawah atau ladang (padi); dan (2) penyiapan lahan kedua, kegiatan ini dilakukan pada lahan budi daya untuk mempersiapkan lahan sebelum ditanami, dan ini yang disebut sebagai penyiapan lahan. Penyiapan atau pembukaan lahan gambut untuk tanaman pangan perlu mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 150/2000 tentang Pengendalian Kerusakan Tanah untuk Produksi Biomassa dan Undang-Undang No. 18/2004 tentang Perkebunan Pangan, antara lain mengatur tentang pembukaan atau penyiapan lahan tanpa bakar (PLTB).

Teknologi pembukaan lahan dengan sistem tanpa bakar (PLTB) dan penyiapan lahan dengan sistem olah tanah konservasi, termasuk *zero tillage* atau *minimum tillage* (tanpa olah tanah) dan olah tanah sempurna bersyarat, yang penerapannya tergantung pada jenis tanaman, kedalaman gambut, kedalaman lapisan pirit, dan musim. Pada lahan gambut dalam (tebal > 1 m), pengolahan tanah dapat menimbulkan kekeringan sehingga rawan terbakar. Pada lahan gambut yang bersubstratum pirit, pengolahan tanah dapat menimbulkan pemasaman tanah dan keracunan besi. Pengolahan tanah hanya dianjurkan pada musim hujan karena pada musim kemarau, pengolahan tanah dapat mempercepat kekeringan. Pengolahan tanah dengan cangkul atau traktor tangan (*hand tractor*) hanya dapat dilakukan pada tanah bergambut atau gambut dangkal dan tidak dilakukan setiap musim tanam. Namun, penggunaan traktor tidak dianjurkan untuk tanah gambut sedang (tebal 1–2 m).

4.2.4. Ameliorasi dan Pemupukan

Amelioran atau “pembenah tanah” yang sering digunakan pada lahan gambut berupa limbah tanaman (kompos), ternak (pupuk kandang), kapur (dolomit, kalsit, *gypsum*), abu vulkanik, lumpur, *biochar*, dan sebagainya. Selain

itu, beberapa bahan alami yang mengandung kation polivalen (Fe, Al, Cu, dan Zn) seperti terak baja, tanah mineral laterit sangat efektif sebagai amelioran dalam mengurangi pengaruh asam fenolat (Salampak, 1999; Sabiham *et al.*, 1997). Penambahan kation polivalen seperti Fe dan Al akan menciptakan tapak jerapan bagi ion fosfat sehingga bisa mengurangi kehilangan hara P melalui pencucian (Rachim, 1995). Pemberian tanah mineral berkadar besi tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi (Mario, 2002; Salampak, 1999; Suastika, 2004; Subiksa *et al.*, 1997). Pugam, nama jenis formula amelioran dan pupuk yang dikembangkan Balai Penelitian Tanah (Bogor) juga dapat meningkatkan produktivitas lahan. Pugam mengandung kation polivalen dengan konsentrasi tinggi sehingga takaran amelioran yang diperlukan tidak terlalu besar, yaitu cukup hanya 750 kg/ha (Subiksa *et al.*, 2009).

Pemberian kapur dimaksudkan untuk memperbaiki sifat kimia dan kesuburan lahan gambut. Menurut Suryanto (1994), pemberian kapur di lahan gambut dapat meningkatkan penyimpanan P dalam bahan gambut hingga 55%. Takaran kapur untuk lahan gambut berkisar antara 1–2 t/ha (Agus dan Subiksa, 2008), sedangkan untuk gambut yang telah terdegradasi berkisar antara 2–5 t/ha (Maftu'ah, 2012). Pemberian kapur yang berlebihan dan terus-menerus dapat mempercepat dekomposisi gambut karena meningkatnya pH tanah dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dekomposer.

Biochar juga dapat dijadikan salah satu alternatif bahan amelioran di lahan gambut. *Biochar* merupakan arang dari bahan organik yang diperoleh dari proses pembakaran tidak sempurna (*pyrolysis*). Pengaruh *biochar* ke dalam tanah gambut tergantung pada kualitas *biochar*. Kualitas *biochar* antara lain ditentukan oleh kadar air, luas permukaan, ukuran pori, dan kandungan hara (Lehmann dan Joseph, 2009). Komposisi hara *biochar* berbeda-beda tergantung pada bahan baku yang digunakan. Pencampuran *biochar* dan pupuk kandang memberikan komposisi kimia yang berbeda dibandingkan dengan sifat *biochar*. Peranan *biochar*, antara lain memberikan tempat (habitat) bagi mikroorganisme tanah, dapat menyimpan hara dan air serta menjadikan lebih tersedia bagi tanaman (Lehman dan Rondon, 2006; Rondon *et al.*, 2007).

Pemupukan merupakan salah satu aspek yang berperan penting dalam meningkatkan produktivitas lahan gambut. Penanaman padi di lahan gambut memerlukan pupuk anorganik, seperti Urea, SP-36, dan KCl dengan takaran 90-60-60 kg/ha, dan pupuk mikro (5 Cu kg/ha dan 5 kg Zn/ha). Pupuk Urea dan KCl diberikan dua kali, yaitu $\frac{1}{2}$ bagian pada saat tanam dan sisanya pada umur 3–4 minggu atau bersamaan dengan penyiangan. Sementara itu, pupuk SP36 diberikan sekaligus pada saat tanam. Pemberian Cu langsung ke tanah akan diserap kuat oleh gambut sehingga lebih efektif diberikan melalui daun. Pemberian Biotara (nama pupuk organik yang dikembangkan Balittra) mampu meningkatkan efisiensi pemupukan anorganik sampai 30% pada pertanaman padi dan meningkatkan hasil sampai 20%. Pugam mampu meningkatkan produktivitas lahan gambut dan menekan emisi CO₂ (Balittanah, 2012).

Pemupukan pada tanaman palawija, untuk tanaman jagung diberikan 200–250 kg Urea/ha, 125–150 kg SP-36/ha, dan KCl 100–125 kg/ha; kacang tanah dengan takaran 75 kg Urea/ha, 100–125 kg SP-36/ha, dan 100–125 kg KCl/ha. Pada lahan gambut sedang (tebal > 1 m) perlu ditambahkan pupuk mikro berupa Cu dan Zn masing-masing antara 2,5–10 kg/ha. Pada lahan yang belum pernah ditanami kedelai, benih kedelai ditanam setelah dicampur dengan rhizobium (legin) sebanyak 10–15 gram per kilogram benih (Lestari *et al.*, 2011a).

4.2.5. Pengendalian OPT

Organisme pengganggu tanaman (OPT) pangan di lahan gambut adalah gulma, hama, dan penyakit. Hama utama padi di lahan gambut, antara lain: orong-orong, tikus, kepinding tanah, walang sangit, wereng cokelat dan hama putih, sedangkan penyakit utama adalah blas dan bakanai.

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 diperlukan pengendalian (Simatupang, 2007). Pengendalian dapat menggunakan herbisida kontak dan/atau sistemiks, 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 serempak, (5) memperbaiki drainase, (6) mempertahankan musuh alami, (7) menjaga sanitasi lingkungan, (8) menggunakan pestisida dalam batas ambang ekonomi sebagai alternatif terakhir.

4.2.6. Pola Tanam

Pertanaman pangan di lahan gambut dapat dilakukan dengan sistem tumpang gilir dan/atau tumpang sari serta sistem lorong. Penanaman sistem tumpang gilir adalah penanaman dua jenis tanaman atau lebih dalam satu hamparan lahan dengan waktu tanam yang berbeda (bergilir). Sebagai contoh, kedelai atau kacang tanah ditanam pada pertanaman jagung yang sudah berumur 70 hari sehingga pada saat panen jagung (umur 90–100 hari), kedelai atau kacang tanah sudah berumur 20–30 hari. Penanaman sistem tumpang sari adalah penanaman dua jenis tanaman atau lebih dalam waktu yang bersamaan. Komoditas tersebut dapat terdiri atas tanaman palawija saja atau antara palawija dengan padi gogo. Tanaman jenis C-4 (jenis tanaman yang memerlukan penyinaran matahari penuh) seperti jagung dan singkong dapat ditumpangsarikan dengan tanaman C-3 (kedelai, kacang tanah,

dan jenis kacang lainnya). Pertanaman sistem lorong adalah penanaman tanaman semusim (termasuk palawija) di antara tanaman tahunan. Sebagai contoh adalah penanaman nanas di antara barisan tanaman karet dan jagung di antara barisan tanaman jeruk.

Keuntungan menggunakan sistem tumpang sari, tumpang gilir, dan sistem lorong adalah mengurangi risiko kegagalan panen, menghambat perkembangan hama dan penyakit, jenis komoditas yang dipasarkan lebih beragam, sebaran penggunaan tenaga kerja lebih merata, dan pendapatan petani meningkat.

4.3. TEKNOLOGI PENGELOLAAN TANAMAN HORTIKULTURA

Jenis tanaman hortikultura yang diusahakan di lahan gambut, di antaranya: tomat, cabai, terung, mentimun, lidah buaya, sawi, kucai, dan buah-buahan seperti jeruk. Dalam pemanfaatan dan pengembangan lahan gambut untuk hortikultura diperlukan adanya (1) pengelolaan air mikro, (2) penataan lahan, (3) penyiapan dan pengolahan tanah, (4) ameliorasi dan pemupukan, dan (5) penyusunan pola tanam atau pengembangan usaha tani yang kompetitif dan komparatif. Uraian berikut menyajikan informasi dan inovasi teknologi budi daya tanaman hortikultura di lahan gambut.

4.3.1. Pengelolaan Air dan Drainase

Pendekatan pengelolaan air pada tanaman sayuran di lahan gambut dapat dilakukan dengan drainase alami dan/atau drainase buatan. Pada drainase buatan kedalaman muka air tanah dipertahankan antara 40–60 cm (Sabiham, 2006). Idealnya lahan gambut untuk tanaman sayuran tidak tergenang pada musim hujan dan cukup tersedia air pada musim kemarau. Untuk menghindari genangan, perlu dibuat guludan atau surjan atau penerapan sistem drainase dangkal. Pada lahan tegalan, sayuran ditanam pada bedengan-bedengan yang dibuat panjang sekitar 6–12 m, lebar 2–3 m, dan tinggi antara 20–25 cm.

4.3.2. Penyiapan Lahan, Pendangiran, Penurunan, dan Pemangkasan

Pada penyiapan lahan ini juga dapat dilakukan pemadatan jalur tanam, seperti yang dilakukan United Plantations Berhad, sebuah perkebunan kelapa sawit di Teluk Intan, Malaysia (Singh, 1991). Pemadatan dilakukan pada jalur tanam selebar antara 9,5–11,5 m sampai pada kedalaman 40–50 cm. Pemadatan pada lahan gambut ini berhasil meningkatkan berat volume (BV) dari 0,11 g/cm³ sebelum pemadatan menjadi 0,20 g/cm³. Selain itu juga menunjukkan bahwa pemadatan lapisan olah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan penyerapan hara.

Penyiapan lahan dapat dilakukan dengan penebasan gulma dan olah tanah minimum dengan menggunakan traktor, bajak, atau cangkul sedalam 10 cm.

Pekerjaan ini sebaiknya dilakukan pada kondisi kering sehingga tidak lengket dan tanah tidak menggumpal. Lahan yang akan ditanami tanaman sayuran diusahakan bukan bekas tanaman satu famili. Bibit ditanam di atas bedengan dengan ukuran lebar 110–120 cm, tinggi 50–60 cm, dan jarak antarbedengan 50–60 cm.

Pendangiran dilakukan dengan maksud untuk menggemburkan tanah akibat pemadatan dan gulma yang tumbuh di bawah tanaman. Pendangiran biasanya dilakukan dua kali selama pertumbuhan. Setelah pendangiran dapat dilanjutkan dengan pemberian pupuk buatan. Pemasangan turus atau penurusan dimaksudkan agar tanaman dapat tumbuh tegak, mengurangi kerusakan fisik tanaman, memperbaiki pertumbuhan daun dan tunas, serta mempermudah penyemprotan pestisida dan pemupukan. Caranya: turus 2×100 cm ditancapkan 10 cm ke dalam tanah. Setelah umur 3–6 minggu setelah tanam dilakukan pengikatan tanaman dengan tali ke tiang turus. Salah satu upaya untuk meningkatkan hasil buah terutama untuk tanaman tomat adalah dengan cara pemangkasan. Semua tunas air di bawah cabang pertama dipangkas. Pemangkasan cabang dilakukan 4–6 minggu setelah tanam.

4.3.3. Ameliorasi dan Pemupukan

Dalam budi daya hortikultura, khususnya sayur-sayuran, pemberian amelioran kapur (dolomit), pupuk kandang, dan pupuk buatan (N, P, K, Cu, dan Zn) menunjukkan respons pertumbuhan dan hasil yang nyata (Noor *et al.*, 2005; Lestari dan Noor, 2007; Lestari *et al.*, 2007, 2008, 2010, 2011).

Hasil penelitian Noor *et al.* (2005) pada lahan gambut Kanamit, Pulang Pisau, Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK (200 kg Urea, 250 kg/ha SP-36, 120 kg/ha KCl) yang dikombinasikan dengan dolomit 2 t/ha, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ masing-masing 5 kg/ha menghasilkan berat basah sawi lebih tinggi (35,64 g/tanaman) dibandingkan dengan pemberian NPK saja (11,20 g/tanaman). Pemberian dolomit sebesar 2 t/ha meningkatkan pH tanah, Ca-dd, Mg-dd, dan Fe paling tinggi, sedangkan P tersedia paling tinggi akibat pemberian fosfat alam 2 t/ha. Pemberian abu gulma 0,2 t/ha dan fosfat alam 1 t/ha dapat meningkatkan residu K-dd. Pemberian dolomit 2 t/ha memberikan hasil berupa bobot segar umbi lobak paling tinggi (Lestari dan Noor, 2007). Produktivitas lobak jenis *radish long white cicle* pada pemberian kompos sebanyak 5 t/ha (25,17 t/ha) lebih tinggi secara nyata dibandingkan tanpa pemberian kompos (17,50 t/ha) dan pemberian kompos 2,50 t/ha (18,89 t/ha). Kompos purun tikus dan pakis-pakisan mengandung Fe yang cukup tinggi, yaitu masing-masing sebesar 142,20 ppm dan 56,25 ppm (Lestari *et al.*, 2007).

Pemberian pupuk kandang masing-masing 10,5 t/ha dan 21 t/ha meningkatkan bobot segar petsai (*Brassica chinensis* L.) jenis *white phak coy* dari 82,50 g/pot (tanpa pupuk kandang) menjadi 168,33 g/pot dan 293 g/pot. Pemberian lumpur laut yang dijemur dan dikering-anginkan menghasilkan bobot basah petsai sebesar 311,67 g/pot dan 236,67 g/pot. Bobot segar petsai paling

tinggi diperoleh pada pemberian lumpur laut yang dijemur dan pupuk kandang 157,50 g/pot (21 t/ha), yaitu 425 g/pot (Suryantini, 2005).

Hasil penelitian di lahan gambut dangkal Desa Kanamit, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa pemberian bahan amelioran berupa dolomit 2 t/ha menghasilkan buah tomat segar paling tinggi yaitu 5,56 t/ha dibandingkan fosfat alam 2 t/ha (3,64 t/ha), dolomit 1 t/ha + fosfat alam 1 t/ha (3,95 t/ha), dan abu gergaji 0,2 t/ha (4 t/ha) (Lestari *et al.*, 2011a). Hasil penelitian di lahan gambut dangkal Desa Purwodadi, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa pemberian *input* berupa dolomit sebanyak 2 t/ha, pupuk kandang 5 t/ha, pupuk Urea, SP-36, dan KCl masing-masing 150, 300, dan 200 kg/ha dapat meningkatkan hasil tomat sebanyak 9,84–25,22 t/ha.

Hasil penelitian di lahan gambut Desa Kanamit juga menunjukkan bahwa hasil cabai merah besar juga meningkat sebanyak 2,63–4,22 t/ha akibat pemberian *input* berupa kapur dolomit 2 t/ha, pupuk kandang sapi 5 t/ha, Urea, SP-36 dan KCl masing-masing 150, 187,5, dan 125 (Lestari *et al.*, 2011b). Hasil penelitian Lestari *et al.* (2008) di lahan gambut dangkal Desa Wono Agung, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa pemberian pupuk mikro berupa 5 kg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ /ha dan 5 kg $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ /ha menghasilkan hasil panen cabai merah varietas Hot Chilli lebih tinggi dibandingkan tanpa pupuk mikro. Pemberian dengan Paket I, yaitu 2 t dolomit/ha, 5 t kompos/ha, pupuk NPK (Urea 250 kg/ha, SP-36 250 kg/ha, KCl 300 kg/ha), dan pupuk mikro (5 kg/ha $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan 5 kg/ha $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) serta Paket II, yaitu 2 t dolomit/ha, 5 t pupuk kandang/ha, pupuk NPK (Urea 250 kg/ha, SP-36 250 kg/ha, KCl 300 kg/ha), dan pupuk mikro ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 5 kg/ha dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 5 kg/ha) memberikan hasil rata-rata cabai merah besar lebih tinggi dibandingkan Paket Petani (3,85 t/ha dolomit, 16,6 t/ha pupuk kandang, Urea 664 kg/ha, SP-36 448 kg/ha, KCl 664 kg/ha). Hasil panen cabai merah varietas Hot Chilli rata-rata pada Paket I, Paket II, dan Paket Petani masing-masing 8,47 t/ha, 11,97 t/ha, dan 10,89 t/ha. Selain itu, Paket II juga memberikan hasil lebih tinggi dari Paket I. Hasil penelitian Alwi *et al.* (2004) menunjukkan penambahan $\frac{1}{8}$ volume lapisan olah lumpur dan 2,5 ton/ha kompos purun tikus dapat meningkatkan hasil cabai varietas Hot Chilli sebesar 13,43% dan tomat varietas Permata sebesar 18,14% dibandingkan tanpa lumpur dan kompos purun tikus.

Hal di atas menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi (Paket II) berpengaruh lebih baik terhadap hasil dibandingkan pemberian kompos purun tikus (Paket I). Penyebabnya adalah pupuk kandang mengandung unsur hara seperti N, K, Ca, Mg, Fe, Cu, dan Zn lebih tinggi dibandingkan kompos purun tikus. Hasil penelitian di atas juga menunjukkan bahwa tomat varietas Berlian dan cabai merah besar varietas Prabu memiliki daya toleransi yang cukup tinggi sehingga dapat dikembangkan pada lahan gambut. Namun demikian, varietas-varietas lain seperti tomat varietas Ratna dan Permata atau cabai merah varietas Hot Chilli juga bisa dikembangkan di lahan gambut apabila menggunakan *input* seperti dolomit, pupuk kandang, Urea, SP-36, dan KCl.

Menurut Subiksa (2000), kation Fe merupakan kation hara yang mampu membentuk ikatan koordinasi dengan ligan organik. Dengan adanya pembentukan kompleks tersebut maka asam organik monomer yang beracun akan terpolimerisasi sehingga tidak beracun. Menurut Subroto dan Yusrani (2005), pemberian kapur dapat meningkatkan pH tanah dan meningkatkan efektivitas penyerapan pupuk N, P, dan K.

4.3.4. Pengendalian OPT

Organisme pengganggu tanaman (OPT) pada tanaman hortikultura di lahan gambut adalah gulma, hama, dan penyakit tanaman. Jenis gulma yang menghambat pertumbuhan tanaman sayuran adalah jejagoan (*Echinochloa colona*), tabi (*Cyperus rotundus*), bebadotan (*Ageratum conyzoides*), kutu aphid (*Aphis gossypii* Glover), ulat grayak (*Spodoptera litura*), ulat plutea (*Plutella xylostella*), lalat buah (*Dacus cucurbitae*), ulat buah (*Diaphania indica*), kumbang daun (*Aulocophora similes*), ulat grayak (*Spodoptera* sp.), ulat jengkal (*Chrysodeixis chalcites*), dan thrips (*Thrips parvispinus* Karny). Sementara itu, penyakit utama di lahan gambut adalah layu bakteri dan penyakit busuk pangkal batang. Hama dan penyakit 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 diperlukan 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 serempak, (5) memperbaiki drainase, (6) mempertahankan musuh alami, (7) menjaga sanitasi lingkungan, (8) menggunakan pestisida dalam batas ambang ekonomi sebagai alternatif terakhir.

4.4. TEKNOLOGI PENGELOLAAN TANAMAN PERKEBUNAN

Pengembangan tanaman perkebunan di lahan gambut berkembang pesat, khususnya karet dan kelapa sawit. Produktivitas tanaman kelapa sawit di lahan gambut tidak kalah baiknya dengan produktivitas di tanah mineral. Produksi kelapa sawit pada lahan gambut dengan kepadatan populasi 185 pokok/ha pada tahun kedelapan panen adalah 24–26 ton TBS/ha/tahun. Namun, akhir-akhir ini

disinyalir perkebunan kelapa sawit yang dikembangkan di lahan gambut memicu terjadinya emisi gas rumah kaca (CO_2) sehingga menimbulkan polemik dan perdebatan. Terlepas dari pro dan kontra tentang perkebunan di lahan gambut, luas lahan gambut yang dimanfaatkan untuk perkebunan sekarang mencapai 20% sekitar 2–2,5 juta ha yang memerlukan pengelolaan yang baik dan ramah lingkungan (Noor, 2010).

4.4.1. Pengelolaan Air dan Drainase

Sistem tata air (*water management*) perlu direncanakan dengan baik sehingga dapat menentukan atau menjaga tinggi muka air yang sesuai. Tinggi muka air tanah (*ground water level*) pada saluran-saluran atau parit kebun diusahakan agar tidak terlalu jauh dari akar sehingga akar tanaman masih dapat menjangkau. Sebaliknya, apabila tinggi muka air tanah terlalu dalam dapat menimbulkan oksidasi berlebih sehingga mempercepat dekomposisi gambut. Kegiatan awal dari pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan adalah pembuatan saluran drainase agar tanah memiliki kondisi *rhizosphere* yang sesuai bagi tanaman. Pengelolaan air harus disesuaikan dengan kebutuhan perakaran tanaman dan kelestarian gambut. Pembuatan saluran drainase harus dilakukan dengan tepat, agar keberhasilan budi daya tanaman perkebunan di lahan gambut dapat dicapai. Sistem drainase harus memenuhi dua syarat, yaitu (1) membuang kelebihan air hujan secara tepat waktu dan efisien, serta (2) mengendalikan muka air tanah agar dapat mencapai kondisi optimum bagi pertumbuhan tanaman (Tie dan Lim, 1991).

Secara umum, tinggi muka air tanah gambut pada lahan perkebunan adalah 60 cm di bawah permukaan tanah. Pada kedalaman muka air tanah 60 cm, diharapkan kelembapan tanah di bagian atasnya akan tetap terjaga (terhindar dari kekeringan) dan di lain pihak perakaran tanaman tidak tergenang. Pengaturan tinggi muka air tanah dapat dilakukan dengan membuat pintu-pintu pengatur air pada kanal-kanal drainase dan memonitornya setiap saat sebagai upaya mengantisipasi kelebihan air yang mengakibatkan areal tergenang ataupun kekurangan air yang mengakibatkan kekeringan. Setiap jenis tanaman memiliki kedalaman air tanah optimum dan toleransi terhadap lamanya periode genangan yang berbeda. Misalnya, tinggi optimum muka air tanah untuk kelapa dan kelapa sawit antara 60–75 cm dengan toleransi lama genangan (rendaman) selama 3 hari; untuk kopi, tinggi optimum muka air tanah 70–80 cm dan tidak toleran genangan; untuk karet, tinggi muka air tanah antara 75–100 cm dan tidak toleran genangan (Jawatan Pengairan dan Saliran, 2001). Toleransi tanaman terhadap genangan sangat tergantung pada jenis atau klon. Karet-karet klon lokal menunjukkan sangat tahan terhadap genangan.

Pada budi daya kelapa sawit di Teluk Intan, Malaysia, pengerutan dan pengeringan lapisan atas gambut dapat ditekan dengan mempertahankan kedalaman muka air tanah dalam saluran-saluran drainase 50–75 cm di bawah permukaan (Singh, 1991). Soekarno *et al.* (1993) melaporkan bahwa untuk

keberhasilan budi daya kelapa pada lahan gambut di Sumatera Utara, muka air tanah perlu dipertahankan pada kedalaman 70–120 cm di bawah permukaan. Pertahanan terhadap tinggi muka air tanah dapat mencegah oksidasi bahan berpirit yang kemungkinan terdapat di bawah lapisan gambut.

4.4.2. Penyiapan Lahan

Sejak tahun 1995 pembukaan lahan dengan sistem tebas dan bakar (*slash and burn*) dilarang (SK Ditjenbun No. 38/1995) dan sebagai alternatif dikenalkan sistem Pembukaan atau Penyiapan Lahan Tanpa Bakar (PLTB). Sistem PLTB bertujuan agar kerusakan kesuburan tanah, struktur tanah, unsur hara, dan erosi permukaan tanah dapat dihindari. PLTB dibedakan antara cara mekanis dan semimekanis. PLTB mekanis, yaitu penumbangan pohon, perencekan dan perumpukan dilakukan menggunakan bulldoser; sedangkan cara semi-mekanis yaitu gabungan penggunaan tenaga manusia dengan alat ringan seperti gergaji, kecuali perumpukan menggunakan bulldoser. PLTB semi-mekanis dilakukan dengan tenaga manusia menggunakan parang, kapak dan gergaji, sedangkan merumpuk menggunakan bulldoser.

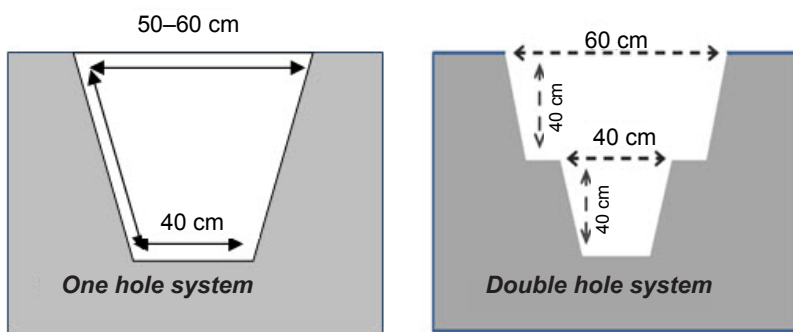
PLTB terdiri atas kegiatan pertama berupa pengimasan, yaitu pemotongan pohon berdiameter kurang dari 10 cm dan penebasan semak dengan kapak/parang. Kegiatan kedua, yaitu penebangan pohon berdiameter lebih dari 10 cm dengan gergaji, kemudian penumbangan pohon dilakukan secara sejajar agar kayu tidak saling tumpang-tindih. Tunggul yang disisakan berkisar antara 50–75 cm tergantung dari besarnya pohon. Semakin besar pohon, biasanya tunggul yang tersisa semakin tinggi tetapi tidak melebihi 75 cm. Cabang dan ranting dipangkas dari batang utama, kemudian dipotong-potong sepanjang ± 6 m, dikumpulkan ke jalur penimbunan yang telah ditentukan. Pengumpulan pada areal yang luas dapat menggunakan bulldoser, tetapi pada beberapa kasus, terutama musim hujan, akan mengalami kendala mengingat daya dukung gambut yang tidak mampu menahan beban berat sehingga menggunakan tenaga manusia. Kayu, ranting-ranting kecil, dan dedaunan yang dikumpulkan ditumpuk di tempat tertentu yang disebut rumpukan, biasanya sebagai jalur jalan.

4.4.3. Penyiapan Lubang dan Jarak Tanam

Penyiapan lubang dan tata letak tegakan tanaman perkebunan perlu diatur hingga rapi dan tidak menyulitkan operasional, terutama dalam pembersihan, pemupukan, penyemprotan, dan pengamatan. Pemancangan titik tanam digunakan sebagai petunjuk jarak tanam yang akan digunakan. Jarak tanam untuk tanaman perkebunan, seperti kelapa sawit, dapat dengan pola segitiga sama sisi atau sering disebut dengan istilah “mata lima” pada arah utara-selatan dengan jarak $9 \text{ m} \times 9 \text{ m}$ sehingga jumlah populasi tanaman mencapai sekitar 143 pohon/ha.

Dianjurkan sebelum tanam dilakukan pemadatan tanah agar tanaman dapat menjangkar kuat di dalam tanah sehingga mengurangi kecenderungan

tumbuh miring atau rebah (Radjagukguk, 2004). Pemadatan tanah, selain untuk meningkatkan berat volume tanah sehingga akar lebih kuat mencengkeram dan tanaman tidak mudah roboh, juga untuk meningkatkan hasil karena semakin banyak bidang tanah yang berinteraksi dengan akar tanaman, semakin banyak pula hara yang dapat diserap. Pemadatan dapat dilakukan secara mekanis (alat berat) pada jalur tanam. Penurunan permukaan tanah gambut akibat pemadatan jalur tanam ini berkisar antara 10–15 cm. Lubang tanam dibuat pada titik tanam dengan ukuran $50 \times 40 \times 40$ cm atau $60 \times 60 \times 60$ cm sebelum tanam (*one hole system*). Pada lahan gambut, lubang tanam dapat dibuat ganda atau lubang dalam lubang (*hole in hole*). Lubang pertama dibuat lebih besar ($100 \times 100 \times 40$ cm) dan lubang kedua dalam lubang pertama dengan ukuran $40 \times 40 \times 40$ cm (Gambar 9).



Gambar 9. Model lubang tunggal (kiri) dan lubang ganda (kanan)

4.4.4. Ameliorasi dan Pemupukan

Beberapa bahan amelioran yang sering digunakan untuk pertanaman perkebunan di lahan gambut, antara lain: kapur (dolomit, batu fosfat, kaptan), tanah mineral, lumpur, pupuk kompos/bokasi, pupuk kandang (kotoran ayam, sapi, dan kerbau), dan abu. Menurut Widjaya-Adhi (1976), pemberian kapur merupakan syarat pertama dalam memperbaiki kesuburan tanah gambut. Lumpur merupakan material yang diendapkan oleh air (sungai dan laut) berupa campuran tanah aluvial dan bahan organik. Lumpur laut biasanya banyak mengandung kation-kation basa terutama Na sehingga cukup baik untuk meningkatkan pH tanah gambut. Penggunaan lumpur sebanyak 15–20 ton/ha dapat memperbaiki status kesuburan tanah, terutama sifat fisik dan kimia (Noor, 2010). Penambahan bahan mineral ke dalam tanah gambut akan memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah gambut, terutama struktur tanahnya.

Gambut yang biasanya terlalu remah akan meningkat daya kohesinya, menurun daya ikatnya terhadap air, dan meningkat daya dukungnya. Tanah mineral yang pernah diteliti sebagai bahan amelioran pada tanah gambut di

antaranya adalah tanah lateritik atau oxisol yang banyak mengandung unsur SiO_2 (Sabiham *et al.*, 1995; Subiksa, 2000).

Pemupukan susulan dilakukan 2 kali setahun dengan cara dibenamkan dalam piringan selebar tajuk tanaman atau dalam parit kecil mengelilingi piringan tanaman. Setelah pupuk dimasukkan, parit/piringan ditutup tanah dan dipadatkan. Dosis pemupukan bervariasi, tergantung jenis tanaman, umur, dan kesuburan tanah (Tabel 4). Di lahan gambut, tanaman sering menunjukkan gejala kekurangan unsur Cu dan Zn. Oleh karena itu, tambahkan pupuk mikro Boron (Bo) sebanyak 25–50 g/pohon/tahun pada tanaman kelapa sawit sejak tanaman berumur 3 tahun.

4.4.5. Pengendalian OPT

Untuk memperoleh produksi yang baik, tanaman perkebunan memerlukan pengendalian organisme pengganggu yang intensif, di antaranya gulma, hama, dan penyakit. Langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah (CEPI, 2008):

- a. Menjaga kebersihan lingkungan. Penyiangan bertujuan untuk menghilangkan gulma dan tumbuhan pengganggu lainnya agar tanaman mendapatkan cukup cahaya. Selain itu juga dimaksudkan agar tanaman memperoleh unsur hara yang cukup karena berkurangnya kompetisi penyerapan hara oleh gulma. Kegiatan ini dilakukan 2 atau 3 kali dalam satu tahun. Penyiangan dilakukan dengan cara menebas gulma atau semak lainnya. Buah-buah yang rontok karena serangan hama dan penyakit harus segera dibersihkan dan dibakar.
- b. Menggunakan varietas yang tahan atau toleran terhadap hama dan penyakit penting. Gunakan jenis tanaman dan varietas yang telah teruji dan dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitar.
- c. Menyegerakan pemupukan apabila tampak gejala kekurangan unsur hara.
- d. Pemangkasan tanaman (khususnya pada tanaman kopi) secara teratur sehingga udara di pertanaman tidak terlalu lembap di musim hujan.
- e. Pencabutan segera pada tanaman yang sudah terserang penyakit menular yang sulit dikendalikan dengan dibongkar dan dibakar hingga ke akar-akarnya. Pencegahan penularan penyakit terhadap tanaman lain yang masih sehat dapat dilakukan dengan segera menyemprotkan fungisida. Contoh penyakit seperti ini antara lain penyakit akar hitam dan akar cokelat pada tanaman kopi, penyakit busuk pangkal batang dan busuk kering pangkal batang pada kelapa sawit, serta penyakit akar putih dan akar merah pada karet.
- f. Penyemprotan segera pada bagian tanaman yang terserang penyakit tidak berbahaya dengan fungisida.
- g. Pemungutan/pencabutan bila memungkinkan pada hama yang menyerang dalam jumlah sedikit. Bila serangannya banyak dan merugikan, baru disemprot dengan insektisida.
- h. Penggunaan musuh alami seperti kumbang *Curinus coeruleus* dan *Olla abdominalis* untuk mengendalikan kutu loncat pada kopi serta pestisida

- alami seperti akar tuba sangat dianjurkan sebelum pestisida kimia digunakan.
- Penggunaan pestisida harus dihentikan minimal 1 minggu sebelum panen komoditas yang dikonsumsi manusia atau hewan.

Tabel 4. Dosis pupuk untuk beberapa jenis tanaman perkebunan

Umur tanaman	Pupuk	Dosis (g/pohon)			
		Kelapa sawit *)	Karet	Kelapa	Kopi
1 tahun	Urea/ZA	200	75	50	50
	SP-36	300	100	25	40
	KCl	75	50	25	40
	Dolomit	100	50	50	50
	Campuran amelioran	-	-	200	200
2 tahun	Urea/ZA	350	150	100	100
	SP-36	500	150	50	80
	KCl	350	60	50	80
	Dolomit	150	100	100	100
	Campuran amelioran	-	-	500	500
3 tahun	Urea/ZA	380	230	200	150
	SP-36	500	250	100	120
	KCl	1.000	100	100	120
	Dolomit	500	200	150	100
	Campuran amelioran	-	-	1.000	1.000
4 tahun	Urea/ZA	750	400	300	200
	SP-36	1.000	450	200	160
	KCl	2.000	150	200	160
	Dolomit	1.000	250	200	200
	Campuran amelioran	-	-	1.500	1.500
≥ 5 tahun	Urea/ZA	750	500	300	300
	SP-36	1.000	600	250	240
	KCl	2.000	200	300	240
	Dolomit	1.000	200	200	200
	Campuran amelioran	-	-	2.000	2.000

Sumber: Departemen Pertanian (1998)

Keterangan: Campuran amelioran: campuran antara pupuk kandang, kompos, bokasi, abu, lumpur, dan lain-lain, sesuai dengan ketersediaan bahan

*) Ditambah pupuk Bo 25–50 gr/pohon/tahun sejak umur 3 tahun

4.5. ANALISIS EKONOMI TANAMAN PERTANIAN DI LAHAN GAMBUT

4.5.1. Tanaman Pangan

Komoditas tanaman pangan yang diusahakan petani di lahan gambut cukup beragam, antara lain: padi, palawija, dan umbi-umbian. Analisis finansial usaha tani komoditas yang diusahakan petani, yaitu ubi rambat, memberikan

keuntungan tertinggi dibandingkan komoditas lainnya. Secara berurutan, besarnya keuntungan dimulai dari ubi jalar, kemudian diikuti oleh ubi kayu, kacang tanah, jagung, dan padi (varietas unggul). Keuntungan yang tinggi dari ubi jalar disebabkan oleh biaya produksi yang lebih rendah (55% dari penerimaan) dibandingkan komoditas lainnya seperti padi unggul, jagung, dan kacang tanah (59–67%), kecuali ubi kayu. Hal ini dikarenakan, untuk menanam ubi jalar atau ubi kayu, petani jarang atau bahkan sebagian besar tidak menggunakan pupuk, hanya menggunakan abu hasil bakaran gulma yang ada, tidak menggunakan pestisida, dan pemeliharaan tidak intensif atau tidak banyak menggunakan tenaga kerja (Tabel 5).

Tabel 5. Analisis biaya dan pendapatan usaha tani tanaman pangan di lahan gambut Kalimantan Barat

No.	Komoditas	Produksi (kg/ha)	Penerimaan (Rp)	Biaya Produksi (Rp)	Keuntungan (Rp)	R/C
1.	Padi unggul	2.050	7.175.000	4.478.000	2.697.000	1,60
2.	Jagung	2.146	7.731.200	4.561.408	3.169.792	1,69
3.	Ubi jalar	11.000	27.500.000	15.225.000	12.275.000	1,81
4.	Ubi kayu	12.894	16.117.500	8.864.625	7.252.875	1,81
5.	Kacang tanah	1.253	9.888.000	6.642.500	3.237.500	1,48

Sumber: Noor *et al.* (2012)

Berdasarkan nilai R/C, usaha tani jagung lebih efisien (R/C = 1,62) daripada kacang tanah (R/C = 1,48) meskipun kacang tanah memberikan keuntungan sedikit lebih tinggi dibandingkan jagung. Daya saing antarkomoditas yang diusahakan petani dapat dilihat dari nilai keuntungan kompetitif komoditas tersebut. Misalnya, di Kalimantan Barat ubi jalar lebih kompetitif dibandingkan ubi kayu, jagung, dan kacang tanah, tetapi di Kalimantan Tengah kacang tanah lebih kompetitif terhadap jagung (Tabel 6).

Tabel 6. Peringkat keunggulan kompetitif tanaman pangan di lahan gambut

No.	Lokasi	Peringkat keunggulan kompetitif			
		1	2	3	4
1.	Kalimantan Barat ¹	ubi jalar	ubi kayu	jagung	kacang tanah
2.	Kalimantan Tengah ²	kacang tanah	jagung	-	-

Sumber: ¹Noor *et al.* (2012); ²Sutikno dan Zainuddin (2004)

Pemasaran adalah salah satu faktor penentu keberhasilan usaha tani di lahan gambut. Hasil penelitian Ramli dan Rina (2006) menunjukkan bahwa saluran pemasaran ubi kayu di Kalimantan Tengah adalah petani ke pedagang pengumpul desa/pabrik lem, kemudian ke pengecer, selanjutnya ke konsu-men. Margin pemasaran berkisar antara 26–66% margin keuntungan antara 21–29%. Sumbangan pendapatan dari tanaman pangan di lahan gambut Kalimantan Barat, Riau, dan Sulawesi Barat berturut-turut sebesar 14,45%, 3,24%, dan 4,59%, dari total pendapatan rumah tangga petani/KK/tahun masing-masing sebesar Rp28.662.080, Rp36.135.416, dan Rp23.187.052 (Noor *et al.*, 2012; Noorginayuwati *et al.*, 2009).

4.5.2. Tanaman Hortikultura

Tanaman hortikultura yang umum diusahakan di lahan gambut, antara lain: mentimun, kacang panjang, sawi, terung, bayam, cabai, lidah buaya, nanas, jeruk, dan salak. Hasil analisis biaya dan pendapatan menunjukkan bahwa tanaman lidah buaya memberikan keuntungan tertinggi (Rp810.000 per 0,1 ha) dan diikuti secara menurun, berturut-turut sawi, nanas, terung, bayam, mentimun, dan cabai dengan nilai R/C > 1 masing-masing untuk lidah buaya, sawi, nanas, terung, bayam, mentimun, dan cabai, yaitu 1,67; 1,82; 2,47; 1,45; 1,92; 1,81; dan 1,61 (Tabel 7).

Tabel 7. Analisis biaya dan pendapatan usaha tani tanaman hortikultura di lahan gambut di Kalimantan Barat

No.	Komoditas	Produksi (kg)	Penerimaan (Rp)	Biaya Produksi (Rp)	Keuntungan (Rp)	R/C
1.	Mentimun	157	549.500	302.225	447.607	1,81
2.	Kacang panjang	180	720.000	410.400	309.000	1,75
3.	Sawi	553	1.382.500	760.375	622.125	1,82
4.	Terung	286	1.716.000	1.184.040	531.960	1,45
5.	Bayam	296	888.000	461.760	426.240	1,92
6.	Cabai	113	678.000	421.377	256.623	1,61
7.	Lidah buaya	1.350	2.025.000	1.215.000	810.000	1,67
8.	Nanas	655	1.041.450	421.152	620.298	2,47

Sumber: Noor *et al.* (2012)

Berdasarkan analisis ekonomi diperoleh bahwa semua komoditas horti-kultura yang diusahakan petani di lahan gambut, khususnya di Kalimantan Barat, kompetitif terhadap mentimun. Peringkat pertama adalah tanaman lidah buaya,

kemudian diikuti oleh nanas, sawi, dan terung. Sementara itu, di lahan gambut Kalimantan Tengah komoditas paling kompetitif adalah cabai rawit, disusul pare dan kacang panjang kompetitif terhadap terung (Tabel 8). Pemasaran sayuran, seperti sawi, dilakukan dari petani ke pedagang pengumpul, kemudian ke pengecer, sedangkan pemasaran buah nanas, dari petani ke pedagang pengumpul antardaerah/pengecer di Kota Banjarmasin.

Tabel 8. Peringkat keunggulan kompetitif tanaman hortikultura di lahan gambut

No.	Lokasi	Peringkat keunggulan kompetitif			
		1	2	3	4
1.	Kalimantan Barat ¹	lidah buaya	nanas	sawi	terung
2.	Kalimantan Tengah ²	cabai rawit	pare	kacang panjang	-

Sumber: Diolah dari ¹Noor *et al.* (2012) dan ²Rina *et al.* (2008).

Selain jenis sayuran, petani di lahan gambut juga menanam buah-buahan, antara lain jeruk dan salak. Kedua komoditas ini masing-masing banyak ditanam, khususnya jeruk di Sulawesi Barat dan salak di Kalimantan Tengah. Kedua komoditas tersebut dinilai layak secara ekonomis karena dari hasil analisis investasi pada tingkat bunga Df antara 10–24% nilai B/C >1, *Net Present Value* (NPV) positif dan *Internal Rate of Return* (IRR) lebih besar dari tingkat bunga yang berlaku (Tabel 9). Menurut petani, usaha tani jeruk dan salak di lahan gambut lebih mudah dibandingkan di lahan kering karena mudah dalam pengelolaannya, antara lain: tanah lebih gembur, jarang ditemui gulma, dan tidak perlu membuat lubang yang dalam untuk penanaman. Keadaan ini menghemat penggunaan pupuk dan tenaga kerja yang merupakan faktor pembatas utama dalam berusaha tani.

Tabel 9. Analisis investasi usaha tani jeruk dan salak di lahan gambut

No .	Df (tingkat bunga)	Kriteria Investasi					
		B/C		NPV		IRR (%)	
		Jeruk	Salak	Jeruk	Salak	Jeruk	Salak
1.	10%	-	2,22	-	28.819.200	-	-
2.	12%	1,50	-	17.682.333	-	49,24	-
3.	15%	1,30	-	13.961.142	-	48,48	-
4.	18%	1,18	1,79	11.037.121	14.802.702	48,01	-
5.	24%	-	1,53	-	8.116.287	-	39,50

Keterangan: Df = *discount fee*; B/C = *benefit cost ratio*; NPV = *Net Present Value*, IRR = *Internal Rate of Return*

Sumber: Noorinayuwati *et al.* (2009) dan Rina *et al.* (2005).

Kontribusi pendapatan dari tanaman hortikultura di lahan gambut Kalimantan Barat dan Sulawesi Barat cukup tinggi, yakni 40,40% dan 68,74% dari total pendapatan rumah tangga petani/tahun/KK. Sumber pendapatan hortikultura di Kalimantan Barat berasal dari nanas dan sayuran, sedangkan di Sulawesi Barat berasal dari tanaman jeruk (Noorginayuwati *et al.*, 2009; Noor *et al.*, 2012). Pengembangan jeruk di Sulawesi Barat didukung oleh jaringan pasar yang cukup baik, petani melalui pedagang pengumpul desa langsung ke grosir di Kalimantan, Jawa, dan Manado dengan menggunakan kapal dagang. Pemasaran salak dari petani melalui pedagang pengumpul/pengecer di Kota Palangkaraya.

4.5.3. Tanaman Perkebunan

Perkembangan tanaman perkebunan di lahan gambut memiliki keunggulan karena mempunyai potensi besar dalam meningkatkan pendapatan masyarakat, memberikan kesempatan kerja, dan dapat meningkatkan devisa negara. Tanaman perkebunan yang diusahakan di lahan gambut adalah kelapa, kelapa sawit, karet, kakao, dan pinang.

Hasil analisis biaya dan pendapatan pada usaha tani tanaman kelapa, kelapa sawit, dan pinang di lahan gambut Riau menunjukkan efisien dengan keuntungan masing-masing sebesar Rp5.321.000; Rp6.732.136; dan Rp2.095.000, dan nilai R/C masing-masing sebesar 1,93, 2,27, dan 3,31 (Noorginayuwati *et al.*, 2008). Hasil analisis biaya dan manfaat pada usaha tani tanaman kelapa sawit di Kabupaten Siak secara ekonomis layak karena pada tingkat bunga Df 10–12%, nilai B/C > 1, NPV positif, dan IRR lebih besar dari tingkat bunga yang berlaku, sedangkan di Kabupaten Indragiri Hilir pada tingkat bunga Df 12% secara ekonomi tidak menguntungkan (Tabel 10). Oleh karena itu, sebagian petani di lahan gambut Kabupaten Indragiri Hilir mempunyai keinginan mengganti tanaman kelapa sawit dengan karet.

Tabel 10. Analisis investasi usaha tani kelapa sawit di lahan gambut Riau tahun 2012

Kriteria Investasi	Kabupaten Indragiri Hilir ¹	Kabupaten Siak ²	
	Df 10 %	Df 12%	Df 10% Df 12%
B/C	1,00	0,96	1,29 1,26
NPV	351.571	- 1.311.577	14.359.064 12.125.303
IRR	10,40	10,40	19,96 20

Keterangan: Df = *discount fee*; B/C = *benefit cost ratio*; NPV = *Net Present Value*, IRR = *Internal Rate of Return*.

Sumber: Noor *et al.*, 2012

Total pendapatan rumah tangga petani lahan gambut di Riau pada usaha tani kelapa sawit mencapai Rp36.135.416/KK/tahun lebih tinggi dibandingkan petani lahan gambut di Sulawesi Barat pada usaha tani kelapa dan kakao dengan pendapatan sebesar Rp23.187.052/KK/tahun. Kontribusi pendapatan tanaman perkebunan terhadap total pendapatan rumah tangga/KK/tahun di Riau sebesar 40%, sedangkan di Sulawesi Barat sebesar 15,76% (Noor *et al.*, 2012; Noorginayuwati *et al.*, 2009).

BAB V

ARAH DAN STRATEGI PENGEMBANGAN LAHAN GAMBUT

5.1. ARAH PENGEMBANGAN

Berdasarkan sifat lahan gambut dan kendala yang dihadapi dalam pemanfaatan dan pengelolaan untuk pertanian, pengembangan lahan gambut untuk tanaman pangan dan hortikultura diarahkan ke lahan gambut dangkal (tebal 0,5–1 m) sampai gambut sedang (2–3 m), baik yang berkembang maupun telantar. Sementara itu, pemanfaatan lahan gambut untuk pengembangan tanaman perkebunan, khususnya tanaman kelapa sawit dibatasi hanya untuk lahan gambut dangkal dan sedang (tebal < 3 m), sedangkan lahan gambut dalam (tebal > 3 m) diarahkan untuk konservasi dan restorasi dengan penanaman kembali tanaman hutan alami yang adaptif seperti jelutung atau sejenisnya (Permentan No. 14/2009).

Pembatasan pemanfaatan gambut, terkait dengan pencapaian target nasional penurunan emisi GRK dari lahan gambut antara 9,5–13,0% pada tahun 2020 yang tertuang dalam Inpres No. 10/2011 dan Inpres No. 6/2013 tentang Moratorium Pembukaan Hutan Primer, Sekunder, dan Lahan Gambut. Namun demikian, selain mendukung komitmen internasional dalam menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK), upaya mitigasi pada sektor pertanian juga sangat diperlukan yang sekaligus juga untuk mendukung efektivitas upaya adaptasi (Bappenas-ICCTF, 2011).

Terkait dengan laju pertumbuhan penduduk yang mencapai antara 250–300 ribu jiwa dan konversi lahan 50–60 ribu hektare per tahun, Indonesia masih membutuhkan tambahan areal pertanian baru, padahal sebagian dari sumber daya lahan yang potensial dan tersedia adalah lahan gambut. Oleh sebab itu, pengelolaan lahan gambut rendah emisi menjadi sangat strategis dan potensial dalam menurunkan emisi GRK pada sektor pertanian.

Berdasarkan pada kondisi sumber daya lahan gambut yang beragam, kondisi sumber daya manusia atau petani yang berbeda antardaerah, dan kondisi infrastruktur dan inovasi teknologi yang tersedia, maka diperlukan selektivitas dan asas prioritas sehingga dapat disusun arah pengembangan sebagai berikut:

1. Apabila lahan gambut yang telah dibuka dan ditanami: sebagian besar lahan gambut yang telah dibuka dan dimanfaatkan ini sudah ditempati petani lokal dan transmigran sejak tahun 1950 sampai 1990. Dalam hal ini termasuk lahan

gambut yang dimanfaatkan untuk pengembangan perkebunan yang dikelola oleh masyarakat setempat dan perusahaan perkebunan. Lahan gambut ini merupakan **prioritas pertama** untuk dikembangkan.

2. Apabila lahan gambut telah dibuka, tetapi belum ditanami: sebagian besar lahan gambut yang belum ditanami ini telah mengalami degradasi, kemudian ditinggalkan petani karena produktivitas lahan menurun. Dalam hal ini termasuk lahan gambut terdegradasi, pemilikannya dimungkinkan sudah berpindah tangan kepada pemilik baru yang bertempat tinggal jauh dari lokasi (kota). Lahan gambut ini merupakan **prioritas kedua** untuk dikembangkan.
3. Apabila lahan gambut belum dibuka atau berupa hutan yang sudah terganggu (*disturbed forest*): dalam hal ini termasuk gambut tebal dan kubah gambut yang sudah gundul atau ditumbuhi berupa hutan sekunder. Lahan gambut ini merupakan **prioritas ketiga** untuk direhabilitasi dengan tanaman adaptif.
4. Apabila lahan gambut yang masih alami berupa hutan primer: dalam hal ini termasuk gambut tebal yang masih perawan seperti di kawasan Sebangau, Kalimantan Tengah; Rawa Tripa, Aceh Darussalam; dan beberapa lokasi di Kalimantan Barat dan Papua. Lahan gambut ini **tidak dianjurkan** untuk dibuka, tetap dipertahankan dan menjadi kawasan konservasi.

Ketersediaan sumber daya manusia dan infrastruktur, khususnya jaringan tata air beserta pintu-pintu pengendali air yang efektif (seperti tabat) merupakan prasyarat utama dalam pengembangan lahan gambut secara berkelanjutan. Berdasarkan latar belakang dan tujuan pengembangan pertanian di lahan gambut secara berkelanjutan, lahan gambut yang menjadi prioritas untuk pertanian diarahkan untuk dikembangkan melalui:

1. Peningkatan dan perbaikan sarana dan prasarana infrastruktur jaringan tata air dan transportasi jalan desa dan usaha tani untuk mendukung kegiatan usaha tani dan pengembangan sosial-budaya masyarakat petani untuk memudahkan akses pasar dan informasi.
2. Peningkatan produktivitas melalui optimalisasi lahan dan intensifikasi pertanian, antara lain: perbaikan pengelolaan air, penataan lahan, pengolahan tanah minimum, penyiapan lahan (*land clearing*) tanpa bakar (PLTB), penggunaan varietas unggul, pemupukan berimbang, dan perbaikan pascapanen.
3. Penurunan emisi GRK melalui perakitan teknologi mitigasi dan adaptasi sehingga dihasilkan inovasi teknologi pertanian yang rendah emisi GRK.
4. Perbaikan kelembagaan petani dan kelembagaan pendukung, termasuk kelembagaan untuk pencegahan dan pemadaman kebakaran lahan.
5. Peningkatan pendapatan petani melalui diversifikasi usaha tani, perbaikan pola tanam, dan diversifikasi tanaman. Misalnya, mendorong penerapan Model Usaha Tani Integrasi (tanaman-ternak) atau Model Usaha Tani Bioindustri.

6. Peningkatan pemberdayaan dan partisipasi petani melalui pengembangan usaha tani rumah tangga atau industri rumah tangga (industri kecil). Misalnya, pengolahan hasil pertanian/industri selai nanas, keripik singkong/ubi, pupuk kandang, pupuk organik yang dikemas secara baik dan modern.

Sejalan dengan arah dan tujuan yang ingin dicapai, strategi dan langkah-langkah operasional pengembangan lahan pasang surut 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).

Tabel 11. Strategi pengembangan lahan gambut

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

Tabel 11. Strategi pengembangan lahan gambut (lanjutan)

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

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

5.2. STRATEGI PENGEMBANGAN LAHAN GAMBUT

Strategi pengembangan lahan gambut dapat dibedakan menjadi (1) bidang teknis, sosial-ekonomi, dan kelembagaan; dan (2) bidang kebijakan dan regulasi. Strategi pengembangan gambut terkait bidang sains dan teknologi dititikberatkan pada peningkatan produksi dengan tetap menjaga atau menghasilkan emisi GRK yang rendah, bidang sosial-ekonomi dan kelembagaan yang dititikberatkan pada peningkatan pendapatan dan kesejahteraan, sedangkan bidang kebijakan dan regulasi diutamakan pada penyelarasan berbagai kepentingan tanpa mengabaikan kebutuhan nasional dan kedaulatan bangsa dan negara.

Berdasarkan tujuan dan arah yang ingin dicapai, langkah strategis pengembangan lahan gambut untuk pertanian berkelanjutan disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Strategi bidang teknis, sosial-ekonomi, dan kelembagaan

No.	Tujuan Pengembangan	Strategi Pengembangan
1.	Meningkatkan produktivitas melalui penguasaan sains dan teknologi pengelolaan	• Pengumpulan dan penyusunan informasi dasar tentang gambut baik spasial maupun tabular, terkait dengan luas, kedalaman, sebaran, jenis tanah/air, sifat, dan kesesuaiannya. • Pengumpulan informasi berbagai jenis tanaman dan varietasnya masing-masing yang adaptif di lahan gambut. • Perbaiki sistem pengelolaan air di tingkat makro dan mikro untuk pencapaian produktivitas dan produksi tanaman yang dibudidayakan. • Pemanfaatan asupan hara, baik lokal maupun luar (pupuk, amelioran, dan sejenisnya) untuk perbaikan fisik, kimia, ataupun biologi tanah gambut.
2.	Meningkatkan peran dan fungsi kelembagaan petani dan pendukung sebagai pendorong menuju bioindustri	• Pembentukan dan penyegaran (konsolidasi) kelompok tani, gapoktan, perkumpulan petani pengguna air (P3A). • Pendirian kios saprodi (sebagai penyedia bibit, pupuk, pestisida) dan bengkel/penyedia alsintan (traktor dan sebagainya). • Pembentukan dan revitalisasi koperasi unit desa (KUD) untuk melayani petani dalam pembelian gabah.
3.	Meningkatkan pendapatan petani dengan peningkatan nilai tambah produk	• Pengembangan integrasi tanaman dan ternak, atau tanaman dan ikan untuk meningkatkan pendapatan petani • Pengembangan usaha industri rumah tangga dalam pengolahan hasil pertanian, perikanan, peternakan itik (telur dan daging), dan kerbau rawa (daging). • Perluasan pasar dengan peningkatan pengolahan hasil dan pengemasan hasil olahan dalam bentuk yang lebih maju
4.	Penurunan emisi GRK dengan adaptasi dan mitigasi terhadap perubahan iklim	• Pembuatan tabat-tabat pada setiap saluran drainase untuk menyimpan air pada musim kemarau. • Penggunaan varietas-varietas rendah emisi. • Penggunaan varietas adaptif terhadap polder-polder mini untuk mengendalikan air baik musim hujan maupun kemarau.

5.3. STRATEGI ASPEK KEBIJAKAN DAN REGULASI

Strategi pengembangan lahan gambut dari aspek kebijakan dan regulasi meliputi penyadaran pada semua tingkat dan jajaran pemerintah dan masyarakat umum, serta dorongan dan aksi dalam bentuk implementasi nyata seperti disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Strategi pengembangan lahan gambut untuk pertanian

No.	Tujuan Pengembangan	Strategi Pengembangan
1.	Mendorong gerakan terbentuknya opini yang baik dan benar terhadap potensi lahan gambut sebagai lumbung pangan, energi, dan pertumbuhan ekonomi dan agribisnis baru	• Penyuluhan dan diseminasi dalam bentuk demonstrasi plot secara merata tersebar pada setiap lokasi lahan gambut di kabupaten (ekspos nasional). • Pelaksanaan seminar internasional dan nasional untuk menunjukkan potensi lahan gambut secara riil sebagai lumbung pangan dan energi (biofuel).
2.	Meningkatkan perhatian secara sungguh-sungguh untuk pengembangan lahan gambut terkait dengan degradasi lahan, kemiskinan, dan pendapatan daerah berbasis agroindustri	• Perancangan daerah binaan sebagai tempat pembelajaran dan pelatihan bagi petani dan pejabat/petugas dalam pemberdayaan lahan gambut lebih progresif. • Pengembangan lahan gambut skala <i>estate</i> (> 1.000 ha) yang dikelola secara terintegrasi dengan dukungan pusat/provinsi/kabupaten dan swasta (CSR) dari hulu sampai hilir dalam bentuk agroindustri.

BAB VI

PENUTUP

Lahan gambut memiliki potensi dan prospek untuk dikembangkan secara luas sebagai areal pertanian. Lahan gambut dapat menjadi salah satu pilihan strategis bagi peningkatan ketahanan dan kedaulatan pangan di tengah tekanan penduduk yang semakin bertambah dan menyempitnya lahan pertanian akibat konversi lahan yang semakin intensif. Lahan gambut juga mempunyai potensi sebagai tempat budi daya ikan, ternak seperti itik, dan tanaman perkebunan seperti kelapa sawit, karet, kelapa, kakao, dan lainnya yang dapat mendorong pertumbuhan agribisnis dan bioindustri pertanian.

Dari sekitar 14,91 juta ha lahan gambut, di antaranya baru 5 juta ha yang dikembangkan untuk pertanian sehingga masih cukup luas yang belum dimanfaatkan. Masalah utama dalam pengembangan lahan gambut adalah kemasaman, status hara yang rendah, adanya genangan air pada musim hujan, dan kekeringan pada musim kemarau sehingga membatasi pemanfaatan dalam skala yang lebih luas. Oleh karena itu, dukungan prasarana dan sarana, khususnya jaringan tata air, sarana produksi seperti bibit, pupuk, dan pestisida, modal, dan teknologi budi daya baik tanaman pangan, perkebunan, perikanan, maupun peternakan belum sepenuhnya dapat diterapkan karena masalah utama belum dapat teratasi secara baik.

Buku *Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan* ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk membantu memahami lahan gambut dan arah pengembangan pertaniannya 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 gambut menjadi rawa makmur. Pemberdayaan dan partisipasi petani dalam perencanaan, pelaksanaan, pembinaan, serta pengawasan perlu mendapatkan tempat dalam kegiatan secara langsung sehingga tercapailah tujuan pengembangan lahan gambut yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimihardja, A., K. Sudarman, dan D. A. Suriadikarta. 1998a. "Pengembangan Lahan Pasang Surut: Keberhasilan dan Kegagalan Ditinjau dari Aspek Fisiko Kimia Lahan Pasang Surut". Dalam Sabran, M., M. Y. Maamun, A. Sjachrani, B. Prayudi, I. Moor, dan S. Sulaiman (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut*. Balitbangtan, Puslitbangtan, Balittra. Banjarbaru. Hlm.1–10.
- Adimihardja, A., K. Sudarman, dan D. A. Suriadikarta. 1998b. "Potensi dan Kendala Pengembangan Usaha Pertanian di Lahan Rawa Kalimantan". Dalam Tarmuji, M. Sabran, M. Hamda, D. I. Saderi, dan Istiana (Eds.). *Prosiding Lokakarya Strategi Pembangunan Pertanian Wilayah Kalimantan*. Deptan, BPTP, IPPTP. Banjarbaru. Hlm.114–122.
- Agus, F., dan I. G. M. Subiksa. 2008. "Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan". Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Agus, F., Wahyunto, A. Dariah, P. Setyanto, IGM Subiksa, E. Runtunuwu, E. Susanti, W. Supriatna. 2010. "Carbon Budget and Management Strategies for Conserving Carbon in peatland: Case Study in Kubu Raya and Pontianak Districts, West Kalimantan, Indonesia". Pp. 217–233 Dalam *Proceedings International Workshop on Evaluation and Sustainable Management of Soil Carbon Sequestration in Asian Countries*, Bogor.
- Agus, F., Gunarso, P., Sahardjo, B.H., Joseph, K.T., Rashid, A., Hamzah, K., Harris, N., and Van Noordwijk, M. 2011. "Strategies for CO₂ Emission Reduction from Land Use Changes to Oil Palm Plantations in Indonesia, Malaysia and Papua New Guinea". RSPO, Kuala Lumpur. *Presented at the Roundtable 9 of the Roundtable on Sustainable Palm Oil*, Kota Kinabalu, Malaysia.
- Agustina, S. E. R., B. M. Rahmawati, dan Sustiyah. 2001. "Inventarisasi Mikoriza Vesikular Arbuskula (MVA) pada Tanah Gambut Kalimantan Tengah". *J. AgriPeat* 2(2): 46–52.
- Alwi, M., S. Saragih, dan Y. Lestari. 2004. "Komponen Teknologi Pengelolaan Lahan Terpadu untuk Meningkatkan Produktivitas dan Konservasi Lahan Gambut". Dalam Laporan Akhir TA 2004. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru.

- Ambak, K. dan Melling, L. 2000. "Management Practices for Sustainable Cultivation of Crop Plants on Tropical Peatlands". *Proc. of the International Symposium on Tropical Peatlands* 22–23 November 1999. Bogor-Indonesia. Hlm. 119.
- Andriesse, J. P. 1988. "Nature and Management of Tropical Peat Soils". Soil Resources, Management & Conservation Service. FAO Land and Water Development Division. FAO, Rome.
- Anshari, G. Z. 2010. "A Preliminary Assessment of Peat Degradation in West Kalimantan". *Biogeosciences Discuss.* 7: 3503–3520.
- Balitbangtan. 2011a. "Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian". Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementan. Hlm. 1–67.
- Balitbangtan. 2011b. "Road Map Strategi Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim". Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementan. Hlm. 1–89.
- Balittanah. 2012. "PUGAM. Pupuk Rendah Emisi untuk Lahan Gambut". *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol. 34. No. 2. Hlm. 73–88.
- Balittra. 2011. "Setengah Abad Balittra: Rawa Lumbung Pangan Menghadapi Perubahan Iklim". Banjarbaru: Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Balittra. 2012. "Inpara: Varietas Padi Lahan Rawa". *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 34: (6) 7–9.
- Bappenas-ICCTF. 2011. "Laporan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan untuk Meningkatkan Sekuestrasi Karbon dan Mitigasi Gas Rumah Kaca". *Indonesia Climate Change Trust Fund (ICCTF-Kementan)*. Bogor.
- Boer, R., A. Buono, A. Sumaryanto, E. Surmaini, I. Las, dan Yelly. 2011. "Dampak Kenaikan Muka Air Laut pada Penggunaan Lahan Sawah di Kawasan Pantura". *Laporan Akhir Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim Sektor Pertanian*.
- Community Empowerment and Participatory Institute (CEPI). 2008. "Pengelolaan Lahan Gambut Kritis dengan Penanaman Karet dan Jelutung". *Laporan Akhir CEPI*. Palangkaraya.
- Departemen Pertanian. 1998. Pengembangan Daerah Rawa. Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Diemont, W. H. dan G. Soepardi. 1987. "Genesis of Indonesia Lowland Peat and Possibilities for Development". In *ILRI Symp. Lowland Development in Indonesia*. Jakarta, 24–31 Agustus 1986. Hlm. 463–468.

- Driessen, P. M., dan M. Soepraptohardjo. 1974. "Soil for Agriculture Expansion in Lowland Peats". Soil Research Institute Bogor. *DTA 106 Bulletin* (4):56–73.
- Euroconsult. 1984. *Nationwide Study of Coastal and Near Coastal Swampland in Sumatra, Kalimantan, and Irian Jaya*. Vol. I and II, Arnhem.
- Fahmi, A. 2012. "Saling Tindak Tanah Gambut dan Substratum Bahan Sulfidik serta Pengaruhnya terhadap Sifat Kimia Tanah". *Disertasi*. Program Pascasarjana Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Hairiah, K dan S. Rahayu. 2007. "Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan". World Agroforestry Centre-ICRAF, South East Asia, Bogor.
- Hatano, R., Tomoaki, M., Untung, D., Limin, S.H., Syaiful, A. 2004. Impact of Agriculture and Wild Fire on CO₂, CH₄ and N₂O Emissions from Tropical Peat Soil in Central Kalimantan, Indonesia". Necessity of Establishment of Inventory on Carbon Cycling in Tropical Peatland Ecosystems for Sustainable Agroproduction and Environmental Conservation, Report Number 13574012, Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Sapporo, pp. 11–14.
- Hermawan, W. 2006. "Dampak Kebakaran Kebun dan Lahan terhadap Lingkungan Hidup". Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Barat.
- Hooijer, A., S. Page, J. Jauhiainen, W. A. Lee, and X. Lu. 2010. "Recent Findings on Subsidence and Carbon Loss in Tropical Peatlands: Reducing Uncertainties". Workshop on Tropical Wetland Ecosystems of Indonesia: Science Needs to Address Climate Change Adaptation and Mitigation, Bali, 11–14 April 2010.
- Inubushi K., Furukawa Y., Hadi A., Purunomo E. and Tsuruta H. 2003. "Seasonal Changes of CO₂, CH₄, and N₂O Fluxes in Relation to Land-use Change in Tropical Peatlands Located in Coastal Area of South Kalimantan". *Chemosphere*. 52, 603–608.
- IFCA. 2007. *Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation in Indonesia*. REDD Methodology and Strategies, Summary for Policy Makers. Departemen Kehutanan-IFCA. Jakarta.
- Jabatan Pengairan dan Saliran, Sarawak. 2001. "Water Management Guidelines for Agricultural Development in Lowland Peat Swamps of Sarawak". PS Konsultant in Association with LAWOO (The Wageningen Land and Water Research Group). Research into Drainage and Water Management Guidelines for Agricultural Development in Coastal Peat Swamps of Sarawak, Phase 1. Final Report, May 2001.

- Kurnain, A., B. Radjagukguk, and T. Notohadikusumo. 2006. "Impact of Development and Cultivation on Hydro-physical Properties of Tropical Peat Soils", *Tropics* 15(4): 383–389.
- Lehmann, J. and M. Rondon. 2006. "Biochar Soil Management on Highly Weathered Soils in the Humid Tropics". In *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems* (Norman Uphoff *et al.* Eds.). Taylor & Francis Group PO BOX 409267 Atlanta, GA 30384-9267. Pp. 517–530.
- Lehmann, J. and S. Joseph. 2009. *Biochar for Environmental Management*. First published by Earthscan in the UK and USA in 2009. Pp. 416.
- Lestari, Y., R. Humaire dan R. S. Simatupang. 2007. "Pengaruh Ameliorasi terhadap Tanaman Lobak pada tanah Gambut Pasang Surut Kalimantan Tengah". Dalam Mukhlis, M. Noor, Agus Supriyo, Izzuddin Noor, R. Smith. Simatupang (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa: Revitalisasi Kawasan PLG dan Lahan Rawa Lainnya untuk Membangun Lumbung Pangan Nasional*. Kuala Kapuas, 3–4 Agustus 2007.
- Lestari, Y., M. Noor, dan Rosmini. 2008. "Pengaruh Ameliorasi terhadap Sifat Kimia Tanah dan Hasil Tomat pada Lahan Gambut". Dalam M. Noor *et al.* (Ed). *Pros Sem Nasional Pengembangan Lahan Rawa, 5 Agustus 2007* 242–252. Bogor/Banjarbaru: Balai Besar Litbang SDLP – BAPPEDA Provinsi Kalimantan Selatan.
- Lestari, Y., M. Noor, dan E. Berlian. 2011a. "Pemberian Paket Amelioran Alternatif pada Cabai Merah (*Capsicum annum*) di Lahan Gambut Dalam, Kalimantan Tengah". Dalam Budi Kertiwa *et al.* (Ed). *Pros. Seminar Nasional Sumber Daya Lahan Pertanian 30 Nov–1 Des 2010 Buku II* 39–52. Bogor: Balai Besar Litbang SDLP. ISBN 978-602-8977-15-9.
- Lestari, Y., M. Noor, dan R.S. Simatupang. 2011b. "Produktivitas Lahan Gambut Pasang Surut Tipe C yang Diberi Bahan Amelioran dan Pupuk Mikro pada Budi Daya Tomat". Dalam Budi Kertiwa *et al.* (ed). *Pros. Seminar Nasional Sumber Daya Lahan Pertanian 30 Nov–1 Des 2010 Buku I* 301–314. Bogor: Balai Besar Litbang SDLP. ISBN 978-602-8977-15-9.
- Maas, A. 1997. "Pengelolaan Lahan Gambut yang Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan". *Alami*. Vol. 2 No. 1. ISSN: 0853-8514.
- Maftu'ah. 2012. "Ameliorasi Lahan Gambut Terdegradasi dan Pengaruhnya terhadap Produksi Tanaman Jagung Manis". *Disertasi*. Program Pascasarjana UGM. Yogyakarta.
- Mangkuprawira, Tb. Sjafri. 2007. "Falsafah Ilmu: Sistem Pertanian Berkelanjutan". Bahan kuliah Filsafat Sains Mahasiswa Doktor Program Ekonomi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

- Mario, M.D. 2002. "Peningkatan Produktivitas dan Stabilitas Tanah Gambut dengan Pemberian Tanah Mineral yang Diperkaya oleh Bahan Berkadar Besi Tinggi". *Disertasi*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Marttila, H. 2010. "Managing Erosion, Sediment Transport and Water Quality in Drained Peatland Catchments". *A Dissertation*. Faculty of Technology, University of Oulu. Finland.
- Masganti. T. Notohadikusumo, A. Maas and B. Radjagukguk. 2002. "Hydrophobicity and Its Impact on Chemical Properties of Peat. Dalam J.O. Rieley and S.E. Page. (Eds.). *Jakarta Symposium Proceedings on Peatlands for People Natural Resources Function and Sustainable Management*. Jakarta, Indonesia, pp. 109–113.
- Masganti. 2003. "Kajian Upaya Meningkatkan Daya Penyediaan Fosfat dalam Gambut Oligotrofik". *Disertasi*. Program Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Molengraaff, G.A.F. and M. Weber. 1921. "On the Relation between the Pleistocene Glacial Period and the Origin of the Sunda Sea (Java and South China Seas), and Its Influence on the Distribution of Coral Reef and on the Land and Fresh Water Faunas". In *Proceedings of Koninkrijke akademie van Wetenschappen, Amsterdam*, 23, pp. 397–439.
- Momose, K. and T. Shimamura. 2004. "Malay Riverbank Communities in Peat Swamp Forests of the Sumatran East Coast: Environment, Network and Transformation". In Furukawa, H. *et al.* (Eds.). *Ecological Destruction, Health, and Development: Advancing Asian Paradigms*. Kyoto University Press and Trans Pacific Press. Australia, pp. 537–559.
- Moore, T.A. and J.C. Shearer. 1997. "Evidence of Aerobic Degradation of Palangkaraya Peatland Implication for its Sustainability". In *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands*. (Eds) J.O. Rieley. and S.E. Page. *Proceedings of the International Symposium on Biodiversity, Environmental Importance and Sustainability of Tropical Peat and Peatlands*, held in Palangkaraya, Central Kalimantan, Indonesia, 4–8 September 1995.
- Moorman, F.R. and N. Van Breeman. 1978. "*Rice: Soil, Water and Land*". International Rice Research Institute. Los Banos. Philippines.
- Mutalib, A.A., J.S. Lim, M.H. Wong, and L. Konvai. 1991. *Proceeding of the International Symposium on Tropical Peatland*. Kuching, MARDI and Department of Agriculture, Serawak Malaysia. 6–10 May 1991.
- Notohadiprawira, T. 2001. "Lahan Gambut dalam Perspektif". Dalam Noor, M (2001). *Pertanian Lahan Gambut: Potensi dan Kendala sebagai Pengantar*. Yogyakarta: Kanisius.
- Noor, M. 2001. *Pertanian Lahan Gambut; Potensi dan Kendala*. Yogyakarta: Kanisius.

- Noor, M. 2010. *Lahan Gambut: Pengembangan, Konservasi, dan Perubahan Iklim*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Noor, M. 2012. “Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Lahan Gambut”. *Prosiding Seminar Nasional: Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*. Bogor: BBSDLP.
- Noor, M., Yuli Lestari, dan M. Alwi. 2005. Laporan Hasil Penelitian Teknologi Peningkatan Produktivitas Lahan Gambut. Banjarbaru. Balittra.
- Noorginayuwati, S. Saragih, Nurtirtayani dan K. Sari. 2009. “Kajian Kearifan Lokal Usaha Tani Jeruk dalam Pemanfaatan dan Pelestarian Lahan Gambut di Sulawesi Barat”. Laporan Akhir APBN 2009 melalui dana Bansos Dikti. Balittra. Banjarbaru.
- Nurzakiah, S., Fahmudin Agus., and Haris Syahbuddin. 2013. “Ameliorant Application on Variation of Carbon Stock and Ash Content on Peatland South Kalimantan”. *J Trop Soils*, Vol. 18, No. 1, 2013: 11–16.
- Nykanen, H. 2003. “Sensitivity of CH₄ and N₂O Dynamics in Boral Peat Lands to Antropogenic and Global Changes”. *Doctoral Dissertation*. University of Kuopio. Finland
- Page, S.E., and J.O. Rieley. 1998. “Tropical Peatlands: A Review of Their Natural Resources Functions with Particular Reference to Southeast Asia”. *International Peat Journal* 8: 95–106
- Page, S.E., F. Siegert, J.O. Rieley, H-D.V. Boehm, A. Jaya, and S.H. Limin. 2002. “The Amount of Carbon Released from Peat and Forest Fires in Indonesia during 1997”. *Nature* 420: 61–65.
- Page, S.E., J.O. Rieley, and R. Wurst. 2006. “Lowland Tropical Peatlands of Southeast Asia”. Dalam: I.P. Martini, A.M. Cortizas, and W. Chesworth (Eds.) *Peatlands; Evolution and Records of Environmental and Climate Changes*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 145–172.
- Page, S.E., A. Hosiolo, H. Wosten, J. Jauhiainen, M. Silvius, J.O. Rieley, H. Ritzema, K. Tansey, L. Graham, H. Vasander and S.H. Limin. 2009. “Restoration Ecology of Lowland Tropical Peatlands in Southeast Asia: Current Knowledge and Future Research Directions”. *Ecosystems*. 12: 888–905.
- Pasaribu, Sahat. M., dan Supena Friyatno. 2010. “Memahami Penyebab Kebakaran Hutan dan Lahan serta Upaya Penanggulangannya: Kasus di Provinsi Kalimantan Barat”. Bogor. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. Hlm. 1–23.
- Pokja PLG Berkelanjutan. 2012. “Laporan Pelaksanaan Instruksi Presiden Nomor 2 Tahun 2007 tentang Percepatan Rehabilitasi dan Revitalisasi Kawasan Pengembangan Lahan Gambut di Kalimantan Tengah”. Kementerian Pertanian. Jakarta.

- Post, R.M., W.R. Emanuel, P.J. Zinke, and Stangerberger. 1982. "Soil Carbon Pools and World Life Zones". *Nature* 298: 156–159.
- Rachim, A. 1995. "Penggunaan Kation-Kation Polivalen dalam Kaitannya dengan Ketersediaan Fosfat untuk Meningkatkan Produksi Jagung pada Tanah Gambut". *Disertasi*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Radjaguguk, B. 2001. "Perspektif Permasalahan dan Konsepsi Pengelolaan Lahan Gambut Tropika untuk Pertanian Berkelanjutan". Makalah Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta, 6 Agustus 2001.
- Radjaguguk, B. 2004. "Developing Sustainable Agriculture on Tropical Peatland: Challenges and Prospects". Pp 707–712. In J. Palvanen (Eds). *Proceeding of the 12th International Peat Congress. Wise Use of Peatlands*. Vol 1. Oral presentations. Tampere, Finland, 6–11 June 2004.
- Ramli, R dan Y. Rina. 2006. "Pemasaran Kedelai dan Ubi Kayu di Kalimantan Tengah". Dalam Masganti *et al.* (Ed.). *Prosiding Seminar Nasional Ketahanan Pangan "Membangun Ketahanan Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal"*. Palangkaraya, 3–4 November 2006. Kerja sama DPP HKTI Kalimantan Tengah dengan Balitfo Deptrans dan BPTP Kalimantan Tengah. Hal.: 239–245.
- Rieley, J.O., S.E. Page, dan B. Setiadi. 1996. "Distribution of Peatlands in Indonesia". Dalam Lappalainen, E. (Eds.). *Global Peat Resources*. International Peat Society, Finland. Hlm.:169–177.
- Rina, Y., Sri Satya Antarlina, dan Rukayah. 2005. "Analisis Finansial Usaha Tani dan Pengolahan Kripik Salak dari Lahan Pasang Surut". Dalam Isdijanto Ar-Riza, Undang Kurnia, Izzuddin Noor, Achmadi Jumberi (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pengelolaan Sumber Daya Lahan Rawa dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan*. Banjarbaru 5–7 Oktober 2004. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian. Hlm. 513–525.
- Rina, Y., H. Sutikno, NoorGINAYUWATI, A. Supriyo, dan A. Budiman. 2008. "Evaluasi Keragaan dan Teknologi Budi Daya Pertanian dan Adopsinya di Lahan Rawa". Laporan Akhir TA 2008. Balittra. Banjarbaru.
- Ritung, S., Wahyunto, K. Nugroho, Sukarman, Hikmatullah, Suparto dan C. Tafakresnanto, C. 2011. "Peta Lahan Gambut Indonesia Skala 1:250.000". Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Bogor.
- Ritung, S., Wahyunto, dan Kusumo Nugroho. 2012. "Karakteristik dan Sebaran Lahan Gambut di Sumatera, Kalimantan, dan Papua". *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*. Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Hlm. 47–61.

- Riwandi. 2001. "Kajian Stabilitas Gambut Tropika Indonesia Berdasarkan Analisis Kehilangan Karbon Organik, Sifat Fisiko Kimia, dan Komposisi Bahan Gambut". *Disertasi*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Rondon, M., J. Lehmann, J. Ramírez, and M. Hurtado. 2007. "Biological Nitrogen Fixation by Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Increases with Biochar Additions". *Biology and Fertility in Soils* 43: 699–708.
- Sabiham, S., S. Dohong, and T. Prasetyo. 1995. "Phenolic Acids in Indonesian Peat". Presented on *International Symposium on Biodiversity, Environmental Importance, and Sustainability of Tropical Peat and Peatlands*. Palangkaraya, 4–8 September 1995.
- Sabiham, S., TB. Prasetyo, dan S. Dohong. 1997. "Phenolic Acid in Indonesian Peat". In Rieley and Page (Eds). *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peat and Peatland*. Samara Publishing Ltd. Cardigan. UK. Pp. 289–292.
- Sabiham, S. 2006. "Pengelolaan Lahan Gambut Indonesia Berbasis Keunikan Ekosistem". Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Pengelolaan Tanah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Hlm. 1–124.
- Sabiham. 2010. "Properties of Indonesian Peat in Relation to the Chemistry of Carbon Emission". International Workshop on Evaluation and Sustainable Management of Soil Carbon Sequestration in Asian Countries. Bogor.
- Salampak. 1999. "Peningkatan Produksi Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi". *Disertasi*. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Saragih, E.S. 1996. "Pengendalian Asam-Asam Organik Meracun dengan Penambahan Fe (III) pada Tanah Gambut dari Jambi, Sumatera". *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Sarwani. M. 2003. "Kebijakan Pemanfaatan Lahan Terdegradasi di Lahan Rawa Pasang Surut". Makalah Sintesis Kebijakan Pengelolaan Sumber Daya Lahan untuk Mendukung Pembangunan Pertanian. Puslitbang Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Setyaningsih, R. 2000. "Dinamika Populasi Mikroorganisme yang Berperan dalam Kesuburan di Beberapa Jenis Tanah Akibat Perlakuan Paraquat". *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Simatupang. R. S. 2007. "Masalah Gulma dan Cara Pengelolaannya untuk Meningkatkan Produksi Padi di Lahan Rawa Pasang Surut". Dalam Mukhlis, M. Noor, Agus Supriyo, Izzuddin Noor, R. Smith Simatupang (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa Revitalisasi Kawasan PLG dan Lahan Rawa Lainnya untuk Membangun Lumbung*

- Pangan Nasional*. Badan Litbang Pertanian, Pemerintah Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah. Buku I. Hlm. 277–290.
- Singh, Gurmit. 1991. “Oil Palm Cultivation on Peat Soil in United Plantations Berhad”. *Tropical Peat, International Symposium on Tropical Peatland*. Kuching, Post-Symposium Tour Guide II, pp. 6–12.
- Sitorus, S. R. P., Sriharyati, M. Selaridan H. Subagyo. 1999. “Pola Penyebaran Tanah Gambut dan Sifat-Sifat Tanah antara Beberapa Sungai Utama pada Areal Pengembangan Lahan Gambut Satu Juta Hektar Provinsi Kalimantan Tengah”. *Agrista* 4(1): 50–63.
- Soekarno, I., Wangsadipoera, M. dan Wirayasudarma, S. 1993. “Tata Air pada Perkebunan Kelapa di Lahan Gambut”. Prosiding Seminar Nasional Gambut II, HGI dan BPPT, Jakarta, Hlm. 160–173.
- Soepardi, G., dan S. Surowinoto. 1982. “Pemanfaatan Tanah Gambut Pedalaman, Kasus Bereng Bengkel”. Disajikan pada Seminar Lahan Pertanian se-Kalimantan di Palangkaraya, 11–14 November 1982.
- Soil Survey Staff. 2003. *Soil Taxonomy a Basic System of Classification for Marking and Interpreting Soil Surveys*. Second Edition. Resource Conservation Service, USDA. Washington D. C.
- Spark, D. L. 1995. *Environmental Soil Chemistry*. Academic Press Inc., San Diego, California.
- Stevenson, F. J. 1986a. *Cycles of Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur and Micronutrients*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Stevenson, F.J. and A. Fitch. 1986b. “Reactions with Organic Matter”. In: J.F. Loneragan, A.D. Robson, and R. D. Graham (Eds.). *Copper in Soil and Plants*. Academic Press. Sydney.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry, Genesis, Composition, and Reactions*. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Suastika, I W. 2004. “Efektivitas Amelioran Tanah Mineral Berpirit yang Telah Diturunkan Kadar Sulfatnya pada Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut”. *Tesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Subagyo, H. 2006. “Lahan Rawa Pasang Surut”. Dalam. *Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Didi Ardi S., Undang Kurnia., Mamat H.S., Wiwik Hartatik., dan Diah Setyorini. (Ed.) Bogor. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Pp. 23–98.
- Subiksa, IGM., K. Nugroho, Sholeh, and IPG. Widjaja Adhi. 1997. “The Effect of Ameliorants on the Chemical Properties and Productivity of Peat Soil”.

- In Rieley and Page (Eds.). *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands*. Samara Publishing Limited, UK. Pp. 321–326.
- Subiksa, IGM. 2000. “Ameliorasi Lahan Gambut untuk Usaha Tani yang Berkelanjutan”. Dalam Bambang Prayudi, M. Sabran, Izzuddin Noor, Isdijanto Ar-Riza, Soetjipto Partohardjono, Hermanto (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa*. Cipayung, 25–27 Juli 2000. ISDP. Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian.
- Subiksa, IGM., Husein Suganda, dan Joko Purnomo. 2009. “Pengembangan Formula Pupuk untuk Lahan Gambut sebagai Penyedia Hara dan Menekan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)”. Laporan Penelitian Kerja Sama antara Balai Penelitian Tanah dengan Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
- Subroto dan A. Yusrani. 2005. *Kesuburan dan Pemanfaatan Tanah*. Bayumedia Publishing.
- Supriyo, A. and Maas. 2005. “Leaching Impact on Chemical Properties of Different Reclamation Stage of Ombrogenous Peat”. Paper Presented at *International Symposium and Workshop Restoration and Wise Use of Tropical Peatland: “Problem of Biodiversity Fire, Poverty and Water Management”* held in Palangkaraya, at September 21–24, 2005.
- Sutikno, H. dan Zainuddin. 2004. “Analisis Keunggulan Kompetitif Usaha Tani Tanaman Pangan di Berbagai Tipologi Lahan Pasang Surut dan Lebak”. Laporan Akhir APBN 2004. Balittra Banjarbaru.
- Suryantini. 2005. “Serapan N, P dan K Tanaman Petsai dengan Pemberian Lumpur Laut dan Pupuk Kandang pada Tanah Gambut”. *Jurnal Agrosains*. 2(1):14–28.
- Suryanto, S. 1991. “Prospek Gambut sebagai Sumber Daya Alam dalam Pengembangan Bioteknologi di Indonesia”. Makalah *Seminar Bioteknologi PPI Perancis*, 30 Juni–1 Juli 1990 di Institute Agronomique Mediterannee (IAM) Montpellier.
- Suryanto, 1994. “Improvement of the P Nutrient Status of Tropical Ombrogenous Peat Soils from Pontianak, West Kalimantan, Indonesia”. *Phd Thesis*. Universiteit Gent.
- Tan, K. H. 1994. *Environmental Soil Science*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Tacconi, L. 2003. “Kebakaran Hutan di Indonesia: Penyebab, Biaya dan Implikasi Kebijakan”. CIFOR. Bogor.
- Tie, Y.L. and J.S. Lim. 1991. “Characteristics and Classification of Organic Soils in Malaysia”. *Proc. International Symposium on Tropical Peatland*. 6–10 May 1991, Kuching, Serawak, Malaysia.

- Tomich TP, Fagi AM, De Foresta H, *et al.* 1998. "Indonesia's Fire: Smoke as a Problem, Smoke as a Symptom". *Agroforestry Today* January–March: 4–7.
- Utami, S. N. H., A. Maas, B. Radjagukguk, and B.H. Purwanto. 2009a. "Restorasi Gambut Hidrofobik dengan Tiga Jenis Surfaktan dan Pengaruhnya terhadap Efisiensi Penyimpanan Kation dan Kapasitas Memegang Air". *J. Agritech*, Vol. 29 (1), Februari 2009.
- Utami, S. N.H., Azwar Maas., B. Radjagukguk., dan B.H. Purwanto. 2009b. "Sifat Fisik, Kimia, dan FTIR Spektrofotometri Gambut Hidrofobik Kalimantan Tengah". *Jurnal Tanah Tropika*. Vol. 14, No. 2: 159–166.
- WWF. 2008. "Deforestation, Forest Degradation, Biodiversity Loss and CO₂ Emission in Riau, Sumatera, Indonesia: One Indonesian Province's Forest and Peat Soil Carbon Loss Over a Quarter Century and it's Plans for the Future". WWF Indonesia Tecnical Report. www.wwf.or.id.
- Wahyunto, S. Ritung dan H. Subagjo. 2003. *Peta Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon Pulau Kalimantan/Map of Peat Distributions and Carbon Contents of Kalimantan* (Buku 2). Wetlands International-Canadian International Development Agency (CIDA) – Wildlife Habitat Canada. Bogor.
- Wahyunto, S. Ritung, dan H. Subagyo. 2004. *Peta Sebaran Lahan Gambut, Luas dan Kandungan Karbon di Kalimantan*. Buku 1, Edisi Pertama. Wetlands International-Indonesia Programme. Bogor.
- Welch D.N. dan M.A.M. Nor. 1989. "Drainage Works on Peat in Relation to Crop Cultivation – a Review of Problems". Malaysian Soc. of Soil Sci., *National Seminar on on Soil Management for Food and Fruit Crop Production*, 28–29 March 1989, Kuala Lumpur.
- Wibowo, A. 2009. "Peran Lahan Gambut dalam Perubahan Iklim Global". *Jurnal Tekno Hutan Indonesia* Vol. 2 No. 1 April 2009. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Hlm. 19–28.
- Widjaya Adhi, I. P. G. 1976. "Tinjauan Hasil Penjajakan Keadaan Hara Tanah di Daerah Pasang Surut". Makalah disampaikan pada *Seminar Intern Lembaga Penelitian Tanah*, Bogor. Tanggal 24 April 1976.
- Yanti, N. A. 2001. "Isolasi, Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Paraquat di Tanah Gambut". *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

GLOSARIUM

Adaptasi	: serangkaian upaya 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 berdasarkan banyak sedikitnya 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> , yaitu perbandingan antara keuntungan dan biaya.
C-organik	: kandungan karbon organik tanah.
Daya hantar hidrolik	: pengukuran secara kuantitatif kemampuan tanah yang dijenuhi air kiriman yang dihubungkan dengan gradien hidrolik.
Denitrifikasi	: proses reduksi nitrat untuk kembali menjadi gas nitrogen (N_2).
Df	: <i>Discount fee</i> , yaitu 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.
Gambut	: tumpukan bahan yang terbentuk dari serasah organik tanaman yang terurai pada kondisi jenuh air, di mana laju penambahan material organik lebih cepat daripada laju peruraiannya.
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.
GWP	: <i>Global Warming Potential</i> , yaitu 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 <i>jerosite</i> dan pH tanah < 3,5.
<i>In-situ</i>	: pemanfaatan sumber daya di habitat asalnya.
<i>Irreversible</i>	: gambut yang telah mengering, tidak akan dapat menyerap air kembali. Perubahan menjadi kering tidak balik ini disebabkan gambut yang suka air (hidrofilik) berubah menjadi tidak suka air (hidrofobik) karena kekeringan. Akibatnya kemampuan menyerap air gambut menurun sehingga gambut sulit diusahakan bagi pertanian.
IRR	: <i>Intern Rate of Return</i> : merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi.
Jeluk	: kedalaman (<i>depth</i>)
Kahat hara	: kekurangan terhadap unsur hara.

Karbon stok	: <i>Carbon sink</i> yaitu tampungan (<i>pool</i>) menyerap karbon yang dilepas oleh bagian lain dalam siklus karbon efisiensi.
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_4OAc) yang ada dalam 100 g contoh tanah.
Kelembapan udara	: kelembapan udara rerata tahunan.
Kematangan gambut	: digunakan pada tanah gambut dan menyatakan tingkat kandungan seratnya dalam bahan saprik, hemik, atau fibrik, makin banyak seratnya menunjukkan belum matang/mentah (fibrik).
Berat volume	: bobot kering suatu unit volume yang terisi bahan padat dan volume ruang pori tanah yang dinyatakan dalam gram tiap sentimeter kubik.
Ketebalan gambut	: digunakan pada tanah gambut dan menyatakan tebalnya lapisan gambut dalam sentimeter dari permukaan.
KTK liat	: kapasitas tukar kation dari fraksi liat.
Kualitas lahan	: kualitas yang optimum bagi kebutuhan tanaman atau penggunaan lahan merupakan batasan bagi kelas kesesuaian lahan yang paling sesuai (S1), sedangkan kualitas lahan yang di bawah optimum merupakan batasan kelas kesesuaian lahan antara kelas yang cukup sesuai (S2) dan/atau sesuai marginal (S3). Di luar batasan tersebut merupakan lahan-lahan yang secara fisik tergolong tidak sesuai (N).
La-Nina	: fenomena hujan yang berlebihan sehingga menyebabkan banjir
Lahan	: bagian daratan dari permukaan bumi sebagai suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah beserta segenap faktor yang memengaruhi penggunaannya seperti iklim, relief, aspek geologi, dan hidrologi yang terbentuk secara

	alami maupun akibat pengaruh manusia.
Lahan marginal	: lahan yang dalam pengembangannya menghadapi banyak kendala, baik fisik, kimia, biologi, maupun 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 $\text{pH} < 3,5$.
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> , yaitu nilai selisih antara pengeluaran dan pemasukan dengan menggunakan <i>social opportunity cost of capital</i> sebagai faktor diskon.
Oksidasi	: kondisi kekurangan hidrogen atau mendapatkan oksigen
Pasang ganda	: pasang yang terjadi antara bulan mati sampai purnama terjadi 2 kali dalam 24 jam
Pasang tunggal	: pasang besar yang terjadi pada saat purnama dan bulan mati
Pertanian berkelanjutan	: sistem pertanian yang terintegrasi dari praktik produksi tumbuhan dan hewan yang secara ekonomi, ekologi, 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, sedangkan pada tanah basah diukur di lapangan.
Reduksi	: kondisi kekurangan oksigen atau mendapatkan 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 gulu-dan (bagian yang ditinggikan) dan tabukan (bagian lahan yang digali).
Tabat	: bangunan penahan air/pintu air, umumnya dibuat dari pohon di lahan lokal setempat, berupa kayu/papan sebatas untuk dapat menahan air.

Tabukan	: bagian tanah yang diperdalam pada sistem surjan.
Tanah gambut	: tanah-tanah yang terdapat pada deposit gambut. Dalam sistem klasifikasi taksonomi tanah, tanah gambut disebut histosols dan didefinisikan secara kuantitatif atau terukur. Mengikuti definisi ini, histosols harus terdiri atas bahan tanah organik, yaitu: (1) kandungan C-organik minimal 12%, apabila tidak mengandung fraksi liat (0%); atau (2) kandungan C-organik minimal 18%, apabila mengandung fraksi liat 60% atau lebih; atau (3) jika kandungan fraksi liat antara 0–60%, kandungan C-organik adalah $12\% + \% \text{ kandungan liat dikalikan } 0,1$.
Tekstur	: istilah dalam distribusi partikel tanah halus dengan ukuran $< 2 \text{ mm}$ = “mm” span = “span”.
Tingkat dekomposisi	: pelapukan/perombakan bahan organik gambut dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu fibrik (awal), hemik (tengahan), dan saprik (lanjut), tergantung dari kandungan serat (<i>fibers</i>) yang menyusunnya. (1) Fibrik: gambut dengan tingkat dekomposisi awal, yaitu kandungan serat tumbuhan lebih dari 75% atau masih lebih dari tiga perempat bagian dari volumenya. (2) Hemik: gambut dengan tingkat dekomposisi menengah, yaitu kandungan serat antara 17–75%, atau tinggal antara $1/6 - 3/4$ bagian volumenya. (3) Saprik: gambut dengan tingkat dekomposisi lanjut, yaitu kandungan seratnya kurang dari 17%, atau kurang dari $1/6$ bagian dari volumenya. Gambut saprik biasanya berwarna kelabu sangat gelap sampai hitam.
Tipologi lahan	: klasifikasi lahan rawa berdasarkan tingkat kendala agrofisiknya.
Tipe luapan air	: klasifikasi genangan air pada lahan berdasarkan pengaruh air pasang.
Tukungan	: gundukan tanah pada umumnya berbentuk empat persegi panjang untuk ditanami bibit tanaman tahunan.
Tumpang sari	: penanaman dua atau lebih jenis tanaman dalam barisan yang teratur pada satu hamparan dan waktu yang sama.