

# PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT BERKELANJUTAN



## BALAI PENELITIAN TANAH

Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian  
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
Kementerian Pertanian

2011



**ISBN 978-602-8039-29-1**

# **PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT BERKELANJUTAN**

## **PENANGGUNGJAWAB**

Kepala Balai Penelitian Tanah

## **PENYUNTING**

Neneng L. Nurida  
Anny Mulyani  
Fahmuddin Agus

## **REDAKSI PELAKSANA**

Asmawati Achmad  
Farida Manalu  
Indah Roch Handayani

## **TATA LETAK**

Didi Supardi

## **DITERBITKAN OLEH :**

### **BALAI PENELITIAN TANAH**

Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian  
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
Kementerian Pertanian

Jl. Ir. H. Juanda 98 Bogor 16123  
Telp./Fax (0251) 8336757, (0251) 8321608  
e-mail: [soil-ri@indo.net.id](mailto:soil-ri@indo.net.id)  
<http://www.balittanah.litbang.deptan.go.id>

**2011**



## KATA PENGANTAR

Salah satu kebijakan yang ditetapkan Pemerintah Indonesia yang dituangkan dalam Keputusan Presiden No. 61 tahun 2011 adalah, meletakkan landasan bagi pengelolaan lahan gambut yang berwawasan lingkungan guna memastikan keutuhan fungsi dan peranannya dalam konservasi keragaman hayati, tata kelola air, dan mencegah pelepasan emisi yang berlebihan. Selain mempunyai fungsi penting untuk pelestarian lingkungan, lahan gambut juga mempunyai peran penting dalam pembangunan nasional dan ekonomi lokal dimana penghidupan sebagian masyarakat Indonesia sangat bergantung pada sumberdaya lahan tersebut.

Pengelolaan lahan gambut perlu dilakukan dengan sangat hati-hati karena lahan ini sangat mudah mengalami degradasi. Untuk itu diperlukan inovasi teknologi yang tepat, sehingga lahan tetap dapat berproduksi secara optimal dan tingkat emisi serta kerusakan lingkungan lainnya bisa diminimalkan. Oleh karena itu, penting untuk menghimpun informasi dan ilmu pengetahuan serta teknologi pengelolaan lahan gambut yang berhubungan dengan aspek fisik, ekonomi maupun sosial, agar lahan gambut dapat dimanfaatkan secara bijaksana. Buku ini menyajikan informasi tentang penyebaran lahan gambut di Indonesia, proses pembentukan (genesis), sifat kimia dan fisika, kesesuaian untuk komoditas pertanian, sistem pengelolaan, cadangan karbon, emisi CO<sub>2</sub> dari lahan gambut, serta aspek ekonomi pemanfaatan lahan gambut.

Diharapkan buku ini dapat dimanfaatkan oleh para pemangku kepentingan, sebagai salah satu acuan dalam pengelolaan lahan gambut berkelanjutan. Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini. Semoga hasil karya ini bermanfaat dalam mendukung pembangunan pertanian nasional.

Bogor, Nopember 2011  
Balai Penelitian Tanah  
Kepala,

Dr. Ir. Sri Rochayati, M. Sc.  
NIP. 19570616 198603 2 001





## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>GENESIS LAHAN GAMBUT INDONESIA</b> .....	3
<i>I G M. Subiksa dan Wahyunto</i>	
<b>SEBARAN LAHAN GAMBUT DI INDONESIA</b> .....	15
<i>Wahyunto dan Anny Mulyani</i>	
<b>EVALUASI KESESUAIAN UNTUK PENGEMBANGAN PERTANIAN DI LAHAN GAMBUT</b> .....	27
<i>Anny Mulyani dan Muhammad Noor</i>	
<b>SIFAT KIMIA DAN FISIKA LAHAN GAMBUT</b> .....	45
<i>Wiwik Hartatik, I G M. Subiksa, dan Ai Dariah</i>	
<b>SIMPANAN KARBON DAN EMISI CO<sub>2</sub> LAHAN GAMBUT</b> .....	57
<i>Ai Dariah, Erni Susanti, dan Fahmuddin Agus</i>	
<b>PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT SECARA BERKELANJUTAN</b> .....	73
<i>I G M. Subiksa, Wiwik Hartatik, Dan Fahmuddin Agus</i>	
<b>TINJAUAN SOSIAL EKONOMI PEMANFAATAN LAHAN GAMBUT</b> .....	89
<i>Herman</i>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Penyebaran lahan gambut di Kalimantan-Indonesia, tahun 2002 .....	18
Tabel 2.	Luas dan penyebaran lahan gambut tahun 2002 di Pulau Sumatera.....	24
Tabel 3.	Sifat tanah gambut di Sumatera dan Kalimantan.....	29
Tabel 4.	Kelas kesesuaian lahan berdasarkan jumlah dan harkat faktor pembatas.....	36
Tabel 5.	Faktor pembatas dan status harkat hambatan dari faktor pembatas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman di lahan gambut.....	36
Tabel 6.	Kriteria kesesuaian lahan untuk kelapa sawit .....	37
Tabel 7.	Penilaian kesesuaian lahan untuk kelapa sawit dengan mencocokkan antara kriteria dan data .....	39
Tabel 8.	Komposisi gambut tropika tipe sangat masam (Hardon dan Polak, 1941 <i>dalam</i> Polak, 1975) .....	46
Tabel 9.	Komposisi gambut ombrogen di Indonesia dan kapasitas tukar kation (Driessen, 1978) .....	48
Tabel 10.	Kandungan hara pada tiga tingkat kesuburan gambut.....	49
Tabel 11.	Rata-rata nilai kadungan karbon persatuan volume pada tiga tingkat kematangan gambut (Aguset <i>et al.</i> , 2009, Dariah <i>et al.</i> , 2009) .....	60
Tabel 12.	Emisi karbon dari permukaan lahan gambut terdegradasi dan dari lahan pertanian gambut terlantar di Kalimantan Tengah (Jauhianen <i>et al. dalam</i> Rieley <i>et al.</i> (2008).....	65
Tabel 13.	Kondisi kedalaman muka air pada berbagai jenis penggunaan lahan(Melling <i>et al.</i> 2005) .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Proses pembentukan gambut di Indonesia (Noor, 2001).....	6
Gambar 2.	Penampang skematis lahan rawa gambut yang terletak di antara dua sungai besar (Subagyo, 1998).....	7
Gambar 3.	Lahan gambut dengan puncak kubahnya di bagian tengah (Murdiyarsa dan Suryadiputra, 2003) .....	8
Gambar 4.	Pengukuran kedalaman dan pengambilan contoh gambut dengan menggunakan bor gambut .....	31
Gambar 5.	Penentuan kematangan gambut (fibrik, hemik, saprik) dengan cara meremas tanah gambut .....	31
Gambar 6.	Tanaman roboh dan doyong karena tidak kuat menahan beban tanaman .....	31
Gambar 7.	Tanah bergambut tipis yang mempunyai substratum pasir .....	32
Gambar 8.	Pertumbuhan padi di lahan gambut berketebalan 2-3 m yang diberi lapisan tanah mineral (Dok M. Noor-Lokasi Desa Tegal Arum, Penelitian ICCTF Kalsel) .....	33
Gambar 9.	Pertanaman padi di lahan gambut dangkal (< 1 m) yang diberi asupan cukup dan pengelolaan air optimal (Dok M. Noor Lokasi Penelitian BALITTRA, Pangkoh, Kalteng) .....	33
Gambar 10.	Pemanfaatan lahan gambut untuk sayuran, ubi jalar, lidah buaya dan pepaya di Kalimantan Barat .....	41
Gambar 11.	Pemanfaatan lahan gambut untuk tanaman pangan dan sayuran di Kalimantan Tengah .....	41
Gambar 12.	Pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit (kiri) dan karet (kanan).....	42
Gambar 13.	Akar pohon menggantung dan tanaman yang roboh di lahan gambut .....	52
Gambar 14.	Subsiden gambut yang didrainase dari studi kasus di Sarawak, Malaysia. Tahun 1960 adalah tahun dimulainya drainase (Wösten <i>et al.</i> , 1997) .....	52
Gambar 15.	Beberapa komponen karbon tersimpan di lahan gambut.....	58

Gambar 16.	Profil tanah gambut, berat volume (BD) kadar abu dan C organik, simpanan C berdasarkan volume (CD), simpanan C per lapisan pada lahan gambut di Rasau Jaya, Kalimantan Barat.....	59
Gambar 17.	Variasi lainnya profil gambut pada lahan gambut di Rasau Jaya, Kalimantan Barat .....	59
Gambar 18.	Profil gambut dalam dan dangkal di Kalimantan Barat (Sumber: I G M. Subiksa) .....	61
Gambar 19.	Hubungan antara ketebalan dan karbon tersimpan di lahan gambut di Kalimantan dan Sumatera (Agust <i>et al.</i> , 2011) .....	61
Gambar 20.	Kadar abu pada berbagai kedalaman tanah gambut di Kalbar (kiri) dan Kalsel (kanan).....	62
Gambar 21.	Karbon tersimpan di atas permukaan tanah pada berbagai jenis tanaman di lahan gambut di Kabupaten KubuRaya dan Pontianak, Kalimantan Barat (Sumber:Susanti <i>et al.</i> , 2009) .....	63
Gambar 22.	Karbon tersimpan dalam tanaman kelapa sawit pada berbagai umur tanaman serta nilai <i>time average C</i> (Sumber: Rogi, 2002).....	63
Gambar 23.	Hubungan antara fluks CO <sub>2</sub> dengan kedalaman muka air tanah pada plot semak dan jagung (Agus <i>et al.</i> , 2010) di Kalimantan Barat .....	67
Gambar 24.	Kurva empiris hubungan antara kedalaman drainase dan laju emisi CO <sub>2</sub> di lahan gambut (Hooijer <i>et al.</i> , 2006).....	68
Gambar 25.	Penataan lahan dan saluran drainase untuk sayuran (atas) dan untuk perkebunan (bawah) .....	75
Gambar 26.	Pintu air yang berfungsi sebagai <i>canal blocking</i> untuk menjaga muka air tanah tetap stabil pada kisaran yang dikehendaki .....	76
Gambar 27.	Tanaman sayuran (kiri) dan buah-buahan (kanan) tumbuh baik di lahan gambut .....	77
Gambar 28.	Kelapa sawit (kiri) dan Akasia (kanan) di lahan gambut Riau .....	77

Gambar 29. Reaksi kimia pembentukan khelat dan netralisasi asam fenolat beracun .....	78
Gambar 30. Hubungan antara muka air tanah dengan tingkat emisi CO <sub>2</sub> untuk berbagai penggunaan lahan (Rumbang, dalam Noor, 2010) dan tempat (Rieley dan Page, 2005) .....	81
Gambar 31. Pemupukan dengan pupuk khusus lahan gambut Pugam mengurangi laju emisi CO <sub>2</sub> (kiri) dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (kanan) .....	82
Gambar 32. Persiapan lahan dengan membakar, sumber emisi CO <sub>2</sub> yang besar .....	83
Gambar 33. Tanaman penutup tanah kelakai ( <i>Stenochiaena palustris</i> ) untuk mempertahankan kelembapan tanah gambut .....	85



## PENDAHULUAN

Lahan gambut merupakan lahan marginal untuk pertanian karena kesuburannya yang rendah, pH sangat masam, dan keadaan drainasenya yang jelek. Akan tetapi karena keterbatasan lahan bertanah mineral, ekstensifikasi pertanian ke lahan gambut tidak dapat dihindari. Lahan gambut yang penduduknya relatif jarang, menarik bagi investor karena konflik hak atas penguasaan lahan gambut relatif lebih sedikit. Dewasa ini lahan gambut digunakan untuk berbagai komoditas pertanian, termasuk kelapa sawit, karet, buah-buahan dan sayur-sayuran. Dengan tingkat pengelolaan dan *input* tinggi, produktivitas lahan gambut bisa lebih tinggi dari lahan mineral.

Luas lahan gambut Indonesia diperkirakan berkisar antara 17 - 21 juta ha. Data yang akurat mengenai luas lahan gambut sulit ditemui karena terbatasnya survei dan pemetaan tanah gambut, terutama di Provinsi Papua dan Papua Barat. Dengan luasan yang cukup besar yaitu berkisar 9-11% dari luas daratan di Indonesia, maka sulit dihindari pengembangan lahan pertanian ke lahan marginal ini, terutama di kabupaten dan provinsi yang luas lahannya didominasi lahan gambut, seperti Provinsi Riau dan Kalimantan Tengah.

Ciri utama dari lahan gambut adalah kandungan karbonnya sangat tinggi. Lahan gambut mempunyai kandungan karbon minimal 18% (berdasarkan berat kering) dan ketebalan minimal 50 cm. Pada berbagai lokasi di Provinsi Jambi, Riau, dan Kalimantan Tengah, ketebalan gambut bisa mencapai 6-10 m dan kandungan karbon tanah gambut bisa mencapai 60%. Setiap ketebalan satu meter, tanah gambut menyimpan sekitar 400 – 800 t karbon (C) per ha atau rata-rata sekitar  $600 \text{ t Cha}^{-1}\text{m}^{-1}$ . Ini berarti bahwa lahan gambut dengan ketebalan 5 m menyimpan sekitar  $3.000 \text{ t Cha}^{-1}$ . Untuk seluruh Indonesia diperkirakan tersimpan sekitar 37-55 Gt (giga ton) C. Timbunan karbon yang tinggi tersebut terbentuk karena keadaan jenuh air (drainase jelek) pada lahan yang awalnya timbunan berupa danau dangkal. Karbon yang tersimpan di dalam tanah gambut bersifat tidak stabil. Apabila lahan gambut didrainase, maka bahan organik (yang menyimpan karbon) akan mudah terdekomposisi membentuk  $\text{CO}_2$ , yaitu gas rumah kaca terpenting yang menyumbang pada pemanasan global. Emisi gas  $\text{CO}_2$  dari lahan gambut merupakan isu global yang sering dibicarakan dalam forum yang berkaitan dengan perubahan iklim.

Emisi  $\text{CO}_2$  terjadi secara bersamaan dengan pemadatan (konsolidasi) dan kedua proses tersebut menyebabkan penurunan permukaan

tanahgambut (subsiden). Subsiden yang terjadi secara cepat akan menyebabkan terbentuknya cekungan, sehingga lahan akan mudah mengalami banjir. Selain itu subsiden akan menyebabkan lahan gambut kehilangan kemampuan menyangga kualitas lingkungan. Lahan gambut mempunyai daya simpan air sangat tinggi, dan sifat tersebut akan hilang apabila lahan gambut sudah mengalami subsiden. Apabila hal ini terjadi, maka lahan gambut tersebut akan mudah mengalami banjir dan kekeringan bahkan keadaan ini akan menimpa juga pada lahan disekitarnya.

Pada satu sisi lahan gambut merupakan sumberdaya lahan yang penting untuk pembangunan dan mata pencaharian. Di sisi lain lahan gambut merupakan salah satu sumber emisi terbesar bila dirubah dari lingkungan hutan alam. Untuk itu diperlukan metode pengelolaan lahan gambut yang dapat memberikan tingkat produksi yang tinggi, namun dengan emisi CO<sub>2</sub> seminimal mungkin.

Buku ini didahului dengan beberapa bab yang menguraikan tentang proses pembentukan (genesis), dan penyebaran lahan gambut di Indonesia, serta kesesuaian komoditas pertanian di lahan gambut. Di dalam bab selanjutnya diuraikan tentang sifat kimia dan fisika tanah gambut, simpanan karbon serta emisi CO<sub>2</sub> dari lahan gambut dan dilanjutkan dengan bab mengenai sistem pengelolaan lahan gambut. Bab penutup berisi uraian tentang aspek ekonomi pemanfaatan lahan gambut.

# GENESIS LAHAN GAMBUT DI INDONESIA

*IGM. Subiksa dan Wahyunto*

## Pengertian lahan rawa dan lahan gambut

Lahan gambut adalah bagian dari lahan rawa. Widjaya Adhi *et al.* (1992) dan Subagyo (1997) mendefinisikan lahan rawa sebagai lahan yang menempati posisi peralihan di antara daratan dan sistem perairan. Lahan ini sepanjang tahun atau selama waktu yang panjang dalam setahun selalu jenuh air (*waterlogged*) atau tergenang. Menurut PP No. 27 tahun 1991, lahan rawa adalah lahan yang tergenang air secara alamiah yang terjadi terus-menerus atau musiman akibat drainase alamiah yang terhambat dan mempunyai ciri-ciri khusus baik fisik, kimiawi, maupun biologis. Keputusan Menteri PU No. 64 /PRT/1993 menerangkan, bahwa lahan rawa dibedakan menjadi (a) rawa pasang surut/rawa pantai dan (b) rawa non-pasang surut/rawa pedalaman. Lahan rawa tersebut terdiri atas lahan rawa tanah mineral, dan lahan rawa gambut

Beberapa istilah lahan/wilayah yang terdapat akumulasi bahan organik antara lain:

- *Bog*; lahan rawa yang ditutupi gambut yang tidak memiliki aliran air masuk maupun keluar secara nyata, yang bisa mendukung proses *acidophilic mosses* khususnya *spagnum*.
- *Fen*: lahan rawa yang ditutupi gambut yang menerima limpasan air drainase dari tanah mineral disekitarnya dan biasanya mendukung kondisi vegetasi rawa
- *Peatland*: istilah umum untuk lahan rawa yang ditutupi oleh sisa tanaman yang sebagian terdekomposisi.
- *Mire*: istilah umum untuk lahan rawa yang tertutup oleh gambut. (*European definition*)
- *Moor*: sama dengan lahan gambut. Yang meliputi *high moor* adalah *bog* yang berbentuk seperti kubah, sedangkan *low moor* adalah lahan gambut berbentuk cekungan atau bagian depresi yang permukannya tidak melebihi tepinya.

Berdasarkan sistem taksonomi tanah, tanah gambut disebut Histosols (*histos = tissue = jaringan*), sedangkan dalam sistem klasifikasi tanah nasional (Dudal dan Soeprahardjo, 1957) tanah gambut disebut

Organosol(tanah yang tersusun dari bahan organik). Hardjowigeno dan Abdullah (1987) mendefinisikan gambut sebagai tanah yang terbentuk dari timbunan sisa-sisa tanaman yang telah mati, baik yang sudah lapuk maupun belum. Timbunan terus bertambah karena proses dekomposisi terhambat oleh kondisi anaerob dan/atau kondisi lingkungan lainnya yang menyebabkan rendahnya tingkat perkembangan biota pengurai. Bahan organik tidak melapuk sempurna, karena kondisi lingkungan jenuh air dan miskin hara. Oleh karena itu, lahan gambut banyak dijumpai di daerah rawa belakang (*backswamp*) atau daerah cekungan yang drainasenya buruk. Pembentukan tanah gambut merupakan proses geogenik yaitu pembentukan tanah yang disebabkan oleh proses deposisi dan transportasi, berbeda dengan proses pembentukan tanah mineral yang pada umumnya merupakan proses pedogenik. Gambut tropis, khususnya di Indonesia, mengandung sangat banyak kayu-kayu dengan tingkat pertumbuhan gambut per tahun relatif tinggi. Salah satu ciri gambut tropis dalam cekungan di Indonesia adalah bentuk kubah (*dome*) yang menipis di pinggiran (*edge*) dan menebal di pusat cekungan. Ketebalan gambut dapat mencapai >15 m (Wahyunto *et al.*, 2004)

### **Sejarah pembentukan gambut di Indonesia**

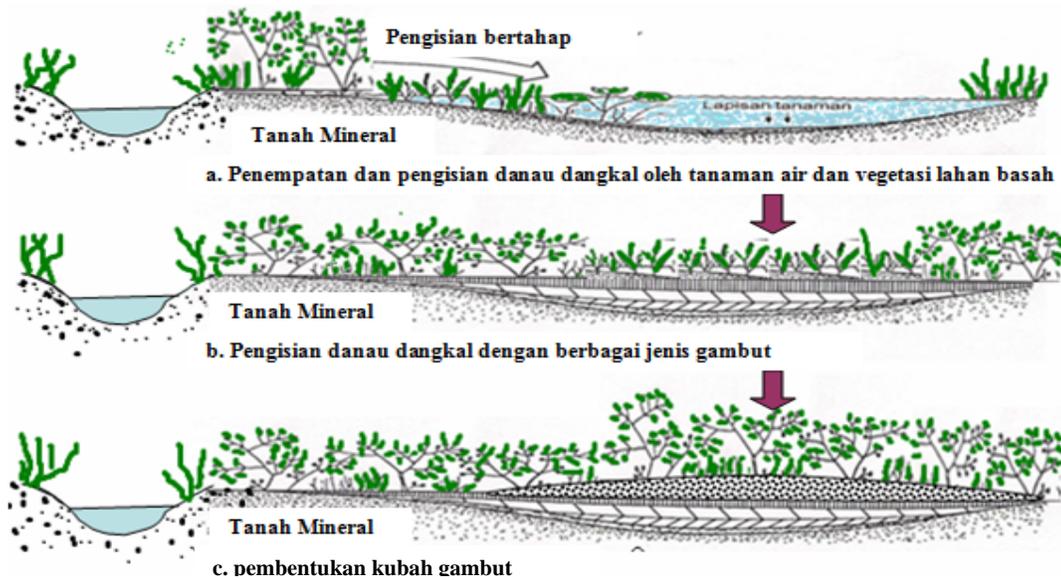
Tjahyono (2006) menyatakan, bahwa sejarah pembentukan gambut di Indonesia dimulai ketika pada zaman es yaitu terjadi proses penurunan permukaan air laut (regresi) yang menyebabkan erosi kuat di hulu-hulu sungai. Akibatnya endapan batuan kasar seperti gravel dan kerikil yang disebut *old alluvium*, yang diendapkan di atas sedimen tersier yang menjadi dasar cekungan gambut. Proses deposisi bahan organik sebagai bahan pembentuk gambut dimulai setelah akhir periode Pleistosen sampai awal periode Holosen (10.000 – 5.000 tahun yang lalu), sejalan dengan meningkatnya permukaan air laut (transgresi) secara perlahan sampai sekarang. Peningkatan air laut tersebut diiringi dengan peningkatan suhu dan curah hujan di daerah Sumatera dan Kalimantan, yang menyebabkan batuan di sepanjang Pegunungan Bukit Barisan dan Meratus mengalami pelapukan kimia yang kuat, dan menghasilkan endapan lempung halus pada garis pantai di pesisir timur Sumatera dan selatan Kalimantan. Garis pantai tersebut semakin maju ke arah laut, selanjutnya terbentuklah tanggul-tanggul sungai, meander, dan rawa-rawa yang segera ditumbuhi oleh tanaman rawa seperti nipah dan bakau yang kemudian disusul oleh tumbuhan hutan rawa. Lingkungan pengendapan yang semula fluvial (bagian dari alur sungai) berubah menjadi paralik (terpisah dengan sungai dibatasi tanggul), dimana tumbuhan dan binatang air tawar

mulai berkembang. Tumbuhan yang telah mati, roboh dan sebagian besar terendam terawetkan dalam rawa-rawa, yang jenuh air dan tidak teroksidasi. Selanjutnya dengan bantuan bakteri aerobik dan bakteri anaerobik, tumbuhan tersebut terurai menjadi sisa-sisa tumbuhan yang lebih stabil dan terproses menjadi endapan organik yang disebut gambut (*peatification*). Oleh karena itu, sifat dari endapan gambut ini adalah selalu jenuh air hingga 90% walaupun letaknya di atas permukaan laut.

Subagyo (2002) menyatakan bahwa gambut yang terbentuk di wilayah rawa pantai Indonesia diperkirakan dimulai sekitar 5.000-4.000 tahun yang lalu, dan diperkirakan hampir bersamaan waktunya dengan dimulainya proses akreasi yang membentuk wilayah pulau-pulau delta di rawa pasang surut yang ada sekarang ini. Pada awalnya diakhir zaman Pleistosen sampai awal zaman Holosen dimana terjadi kenaikan muka air laut sekitar 100-135 m (Davis *et al.*, 1976; Holmes, 1978). Menurut Andriessse (1997), kenaikan permukaan air laut di Indonesia diperkirakan lebih dari 100 m (Andriessse, 1997). Neuzil (1997) lebih tegas menyebutkan kenaikan air laut di Indonesia dan Asia Tenggara sekitar 120 m dan permukaan air laut stabil tercapai sekitar 6.000-4.000 tahun yang lalu. Setelah permukaan air laut stabil, terjadi proses pelebaran/pelebaran pantai secara lateral akibat sedimentasi bahan-bahan halus yang dibawa sungai. Selanjutnya proses akreasi pantai mulai terjadi, diikuti dengan pembentukan tanah gambut. Hal ini diperkuat dengan hasil analisis umur karbon (*carbon dating*) contoh-contoh tanah gambut di sekitar sungai Batanghari, Jambi yang menunjukkan umur 4.300 tahun sebelum masehi (SM) (Cameron *et al.*, 1987). Gambut di Bengkalis, dan S. Siak Kanan di Riau, masing-masing berumur 5.730-4.740 dan 5.220-3.620 tahun SM dan gambut di Teluk Keramat, Kalimantan Barat, menunjukkan umur 4.040-2.570 tahun SM (Neuzil, 1997). Gambut di dekat S. Mahakam, Kalimantan Timur, 4.400-3.850 tahun SM (Diemont dan Pons, 1991).

Proses pembentukan gambut dimulai dari adanya pendangkalan danau yang secara perlahan ditumbuhi oleh tanaman air dan vegetasi lahan basah (Noor, 2001). Tanaman yang mati dan melapuk, secara bertahap membentuk lapisan yang kemudian menjadi lapisan transisi antara lapisan gambut dengan substratum (lapisan di bawahnya) berupa tanah mineral. Tanaman berikutnya tumbuh pada bagian yang lebih tengah dari danau dangkal ini dan secara bertahap membentuk lapisan-lapisan gambut, sehingga danau tersebut menjadi penuh (Gambar 1a dan 1b). Bagian gambut yang tumbuh mengisi danau dangkal tersebut dikenal sebagai gambut topogen, karena proses pembentukannya disebabkan oleh topografi daerah

cekungan. Gambut topogen umumnya relatif subur (*eutrofik*) karena adanya pengaruh tanah mineral. Bahkan pada waktu tertentu, misalnya jika ada banjir besar, terjadi pengkayaan mineral yang menambah kesuburan gambut tersebut. Tanaman tertentu masih dapat tumbuh subur di atas gambut topogen. Tanaman yang tumbuh dan mati di atas gambut topogen akan membentuk lapisan gambut baru yang lama kelamaan membentuk kubah (*dome*) gambut yang mempunyai permukaan cembung (Gambar 1c). Gambut yang terbentuk di atas gambut topogen dikenal dengan gambut ombrogen, yang proses pembentukannya dipengaruhi oleh air hujan. Gambut ombrogen mempunyai kesuburan yang lebih rendah dibandingkan dengan gambut topogen karena hampir tidak ada pengkayaan mineral.



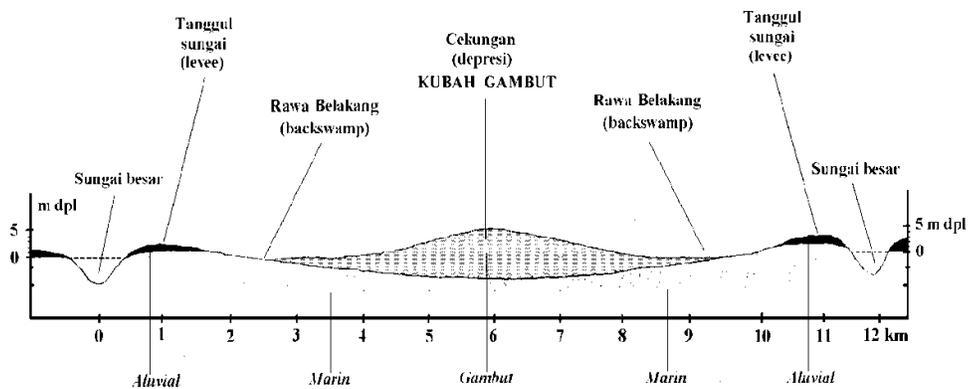
Gambar 1. Proses pembentukan gambut di Indonesia (Noor, 2001)

### Fisiografi lahan gambut

Lahan gambut di Indonesia terdapat di dataran rendah dan dataran tinggi. Pada umumnya, lahan rawa gambut di dataran rendah terdapat di kawasan rawa pasang surut dan rawa pelebahan, terletak di antara dua sungai besar pada fisiografi/*landform* rawa belakang sungai (*backswamp*), rawa belakang pantai (*swalle*), dataran pelebahan (*closed basin*), dan dataran pantai (*coastal plain*). Lahan rawa gambut di dataran tinggi umumnya terdapat di cekungan (*closed basin*) seperti yang terdapat di Rawa Pening

(Jawa Tengah), Padang Sidempuan (Sumatera Utara), dan Danau Sentanu, Kapuas Hulu (Kalimantan Barat). Sebagian besar lahan rawa gambut terdapat di dataran rendah dan hanya sebagian kecil yang terdapat di dataran tinggi. Dengan demikian rawa gambut dataran tinggi tidak akan disajikan dalam tulisan ini.

Pada wilayah/kawasan lahan rawa, apabila seseorang bergerak dari tepi sungai (misalnya dengan berjalan kaki), dengan mengamati keadaan *terrain*, kondisi permukaan tanah dan kedalaman muka air tanah, akan melihat bentukan-bentukan bentang lahan (*landscape*) yang spesifik, yang disebut *landform*. Penampang skematis wilayah gambut diilustrasikan pada Gambar 2. Pada Gambar tersebut ditunjukkan bahwa dari sungai besar pertama ke sungai besar berikutnya, akan ditemukan tanggul sungai (*levee*), kemudian dataran rawa belakang sungai (*backswamp*), selanjutnya cekungan/depresi yang berisi tanah gambut, kemudian kembali dataran rawa belakang, dan tanggul sungai berikutnya. Bentuk-bentukan *landform* yang relatif sama atau mirip proses pembentukan dan dinamikanya disebut satuan (*unit*) fisiografi.



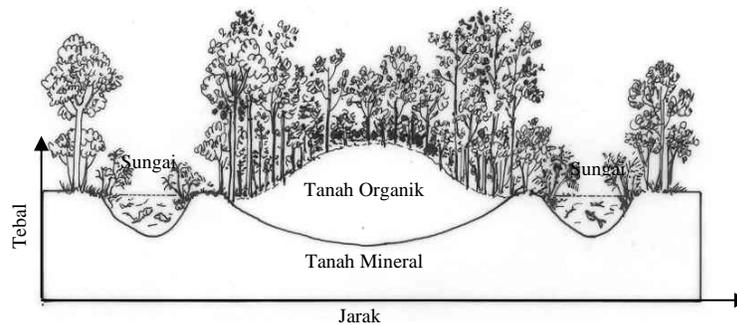
Gambar 2. Penampang skematis lahan rawa gambut yang terletak di antaradua sungai besar (Subagyo, 1998)

Lahan rawa gambut di dataran rendah terletak pada ketinggian 0 hingga beberapa meter dari permukaan laut, sehingga topografi atau bentuk wilayah lahan rawa (relatif dekat dengan pantai) adalah agak datar sampai datar. Pada beberapa tempat terdapat perbedaan dalam konfigurasi permukaan tanah. Sebagian lahan yang berada di cekungan, selalu tergenang air, sebagian lagi agak tinggi dan tidak pernah tergenang air, namun air tanah umumnya dangkal.



Satuan fisiografi utama yang terdapat di kawasan lahan gambut umumnya dipengaruhi oleh lingkungan laut (*marin*), lingkungan sungai (*alluvial riverine*), dan gambut (peat dome, yang menempati cekungan). Pada kawasan yang dipengaruhi oleh gabungan lingkungan air tawar dan air laut, ditemukan fisiografi aluvial/fluviatil (hasil endapan sungai), gambut (yang menempati depresi), dan fisiografi marin (terbentuk di lingkungan laut/marin).

Pada bagian hulu sungai, karena pengaruh kekuatan arus sungai air tawar cukup besar, di pinggir sungai terbentuk tanggul sungai, dengan bahan induk tanah berupa endapan sungai/fluviatil di atas endapan marin. Letak dataran di belakang tanggul sungai lebih rendah dan sudah merupakan endapan marin, yaitu bahan endapan yang terbentuk oleh lingkungan laut/*marin*. Semakin dekat ke arah muara dan mendekati garis pantai, pengaruh sungai makin berkurang, tanggul sungai tidak terbentuk dan pengaruh laut/marin semakin dominan, sehingga seluruh dataran merupakan endapan marin. Pulau-pulau kecil yang merupakan bagian dari delta sungai, seluruhnya terbentuk dari endapan marin.



Gambar 3. Lahan gambut dengan puncak kubahnya di bagian tengah (MurdiyarsodanSuryadiputra, 2003)

Lahan gambut menempati cekungan di antara dua sungai besar. Apabila jarak horizontal kedua sungai besar tersebut cukup jauh, misalnya beberapa puluh kilometer, lahan gambut biasanya membentuk pola kubah gambut (*peat dome*) yang cukup besar (Gambar 3). Pada kubah gambut seperti ini, di bagian pinggir merupakan gambut dangkal dan makin ke bagian tengah ke arah puncak kubah, permukaan tanah gambut secara berangsur menaik. Ketinggian puncak kubah gambut bervariasi, bisa mencapai 3-8 m di atas muka air sungai. Pada gambut dalam, bagian tengah kubah gambut bisa mencapai 8-13 m, air tanah tergenang (*stagnant*) dan sangat miskin hara. Di sekeliling puncak kubah gambut atau di bagian pinggir merupakan gambut

melereng, lebih dangkal dan lebih banyak tercampur bahan mineral, sehingga tingkat kesuburannya lebih tinggi. Tanah gambut yang menempati depresi atau cekungan-cekungan sempit, biasanya merupakan gambut tipis (0,5–1 m) sampai gambut sedang (1–2 m).

### **Bahan induk, tingkat kematangan, dan kesuburan tanah gambut**

Secara garis besar, terdapat beberapa jenis batuan atau bahan induk tanah dominan, sebagai bahan dasar pembentuk tanah di Indonesia, diantaranya bahan organik, aluvium, batugamping, batuan sedimen, batuan metamorfik, batuan plutonik, batuan vulkanik, dan tufa. Tanah gambut terbentuk dari bahan organik yaitu sisa-sisa jaringan tumbuhan/vegetasi alami, pada berbagai tingkat pelapukan/dekomposisi (Subagyo *et al.*, 2000). Seluruh atau sebagian terbesar tanah gambut tersusun dari senyawa organik, sehingga tanah gambut seringkali disebut tanah organik.

Hasil pengamatan dilapangan memperlihatkan, bahwa bahan induk tanah di daerah lahan rawa gambut bervariasi menurut bahan asalnya yang berasal dari hulu sungai. Semakin jauh dari sungai, endapan gambut ini cenderung makin tebal dan membentuk kubah gambut (*peat dome*). Tanah gambutnya terutama tersusun dari bahan hemik atau fibrik, umumnya tergolong oligotrofik, yang bersifat masam dan miskin unsur hara. Gambut yang menempati cekungan-cekungan kecil di rawa belakang sungai tergolong eutrofik, yang relatif lebih subur karena mendapat pengkayaan endapan sungai. Endapan marin yang merupakan lapisan dasar (*substratum*) tanah gambut di daerah Sumatera dan Kalimantan, umumnya berwarna kelabu kehijauan atau kelabu kebiruan yang mengandung bahan sulfidik/pirit ( $\text{FeS}_2$ ). Sebagian besar lingkungan tanah gambut tergenang atau berair, tanah sangat dangkal dengan vegetasi halofilik, seperti gelam (*Melaleuca* spp.). Umumnya semakin tebal gambut, maka semakin rendah tingkat kesuburannya. Gambut di Indonesia sebagian besar tergolong gambut mesotrofik dan oligotrofik (Radjagukguk, 1997). Gambut eutrofik di Indonesia hanya sedikit dan umumnya tersebar di daerah pantai dan di sepanjang jalur aliran sungai.

Lapisan tanah mineral di bawah gambut mempengaruhi tingkat kesuburan alami gambut, dapat berasal dari endapan liat marin, pasir kuarsa, dan liat bukan marin (endapan sungai). Pada gambut dengan lapisan tanah bawah berasal dari endapan marin, berpotensi terjadi bahaya keracunan asam sulfat yang berasal dari oksidasi senyawa pirit. Keracunan ini terjadi apabila lapisan gambut sudah menipis, baik karena kesalahan pembukaan maupun

karena terjadinya penurunan permukaan tanah (*subsidence*), sehingga senyawa pirit teroksidasi dan menghasilkan asam sulfat dan besi terlarut ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Lapisan tanah di bawah gambut berupa pasir kuarsa menunjukkan bahwa tanah gambut mempunyai kesuburan rendah, karena terbentuk dari vegetasi hutan yang miskin unsur hara. Tanah gambut yang terletak di atas lapisan tanah mineral di daerah pedalaman relatif lebih subur, karena lapisan tanah mineralnya berasal dari lingkungan endapan yang tidak mengandung bahan sulfidik/pirit. Gambut tersebut terdapat di daerah pedalaman yang jauh dari pantai.

Berdasarkan tingkat kematangan/dekomposisi, bahan organik dapat dibedakan atas tiga macam, yakni bahan organik dengan tingkat dekomposisi awal disebut bahan organik fibrik, jaringan-jaringan (*fibers*) tumbuhan masih nampak jelas (mudah dikenal); bahan organik hemik, bahan organik sekitar separuh (hemi=separuh/pertengahan) telah mengalami dekomposisi; dan bahan organik saprik, sebagian besar bahan organik telah mengalami dekomposisi. Penetapan tingkat kematangan/pelapukan tanah gambut di lapangan dapat dilakukan dengan cara mengambil segenggam tanah gambut kemudian diperas dengan telapak tangan secara pelan-pelan, lalu diamati sisa-sisa serat yang tertinggal dalam telapak tangan: (1) bila kandungan serat yang tertinggal dalam telapak tangan setelah diperas adalah tiga perempat bagian atau lebih ( $\geq \frac{3}{4}$ ), maka tanah gambut tersebut digolongkan ke dalam jenis fibrik; (2) bila kandungan serat yang tertinggal dalam telapak tangan setelah pemerasan kurang dari tiga perempat sampai seperempat bagian atau lebih ( $< \frac{3}{4} - \geq \frac{1}{4}$ ), maka tanah gambut tersebut digolongkan ke dalam jenis hemik, dan (3) bila kandungan serat yang tertinggal dalam telapak tangan setelah pemerasan kurang dari seperempat bagian ( $< \frac{1}{4}$ ); maka tanah gambut tersebut digolongkan ke dalam jenis saprik. Cara lain untuk membedakan tingkat kematangan/pelapukan tanah gambut adalah dengan memperhatikan warna. Jenis tanah gambut fibrik akan memperlihatkan warna hitam muda (agak terang), kemudian disusul hemik dengan warna hitam agak gelap dan seterusnya saprik berwarna hitam gelap.

Ketebalan gambut bervariasi sesuai dengan letak fisiografi. Di daerah mudflat, aluvial-marine, dan *levee* tidak terjadi akumulasi bahan organik, sedangkan di daerah *backswamp* akumulasi bahan organik mulai terjadi tetapi tebalnya kurang dari 40 cm, sehingga tidak memenuhi syarat sebagai tanah gambut (Histosols). Daerah yang paling cocok untuk pembentukan gambut adalah daerah depresi yang secara terus-menerus terjadi genangan air, sehingga dekomposisi bahan organik terhambat, akibatnya kandungan dan ketebalan bahan organik semakin meningkat. Tebal gambut semakin

meningkat ke arah pusat depresi, dan ketebalan gambut > 8 m sering ditemukan di daerah Riau, Jambi, dan Kalimantan Tengah. Berdasarkan ketebalannya Wahyunto *et al.* (2004) membedakan gambut menjadi: gambut dangkal (< 100 cm), gambut sedang (100–200 cm), gambut dalam (200–400 cm), dan gambut sangat dalam (> 400 cm).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andriessse, J.P. 1997. The reclamation of peat swamps and peat in Indonesia. Widiatmaka (*Ed.*). Center for Wetland Studies, Faculty of Agric., Bogor Agric. University.
- Cameron, C.C., Supardi, T.J. Malterer, and J.S. Esterle. 1987. Peat resources mapping along the Batanghari river, near Jambi, South Sumatera. *Int. Peat Soc. Symp. on Tropical Peat and Peatlands*, Yogyakarta.
- Davis, S.N., P.H. Reitan, and R. Pestrong. 1976. *Geology. Our Physical Environment*. McGraw-Hill Book Company. 470 pp.
- Diemont, W.H. and L.J. Pons. 1991. A preliminary note on peat formation and gleying in Mahakam inland floodplain, East Kalimantan, Indonesia. *In Proc. International Symposium on Tropical Peatland*. 6-10 May 1991, Kuching, Sarawak, Malaysia.
- Dudal, R. and M. Soepraptohardjo. 1957. *Soil Classification in Indonesia*. *Coutr. Res. Gen Agric. Bogor*, No.148.
- Hardjowigeno, S., and Abdullah. 1987. Suitability of peat soils of Sumatera for agricultural development. *International Peat Society Symposium on Tropical Peat and Peatland for Development*. Yogyakarta, 9-14 Februari 1987.
- Holmes, D.L. 1978. *Holmes Principles of Physical Geology*. A Halsted Press book. John Wiley & Sons. New York. 730 pp.
- Murdiyarmo, D. dan I.N.N. Suryadiputra, 2003. *Paket Informasi Praktis: Climate Change Forest and Peatlands in Indonesia*. Wetland International Indonesia Programme and Wildlife Habitat Canada. Bogor.
- Neuzil, S.G. 1997. Onset and rate of peat and carbon accumulation in four domed ombrogenous peat deposits, Indonesia. p. 55-72. *In Rieley, J.O., and S.E. Page (Eds.) Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands*. *Proceed. Int. Symp. on Biodiversity, Environmental Importance, and Sustainability of Tropical Peat and Peatlands*, Palangka Raya, 4-8 Sep. 1995.

- Noor, M., 2001. Pertanian Lahan Gambut: Potensi dan Kendala. Penerbit Kanisius.
- Radjaguguk, B. 1997. Peat Soil of Indonesia: location, classification, and problems for sustainability. pp. 45-54. *In* Richgand Page (Eds.). Biodiversity and Sustainability of Tropical Peat and Peat land. Samara Publishing Ltd. Cordigan.UK.
- Radjaguguk B., dan Bambang Setiadi. 1989. Strategi pemanfaatan gambut di Indonesia. 1997. hlm. 1-13 *dalam* Muis Lubis, A. *et al.* (Eds.). Prosiding Seminar Tanah Gambut untuk Perluasan Pertanian. Fak. Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan.
- Subagyo, H. 1997. Potensi pengembangan dan tata ruang lahan rawa untuk pertanian. hlm. 17-55 *dalam* A.S. Karama *et al.* (Penyunting). Prosiding Simposium Nasional dan Kongres VI PERAGI. Makalah Utama. Jakarta, 25-27 Juni 1996.
- Subagyo, H. 1998. Karakteristik bio-fisik lokasi pengembangan sistem usaha pertanian pasang surut, Sumatera Selatan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor (Tidak dipublikasikan).
- Subagyo, H. 2002. Penyebaran dan potensi tanah gambut di Indonesia untuk pengembangan pertanian. hlm. 197-227 *dalam* CCFPI (Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia). Sebaran Gambut di Indonesia. Seri Prosiding 02. Wetlands International-Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor.
- Subagyo, H., M. Sudjadi, E. Suryatna, and J. Dai. 1990. Wet Soils of Indonesia. p. 248-259. *In* Kimble, J.M. 1992 (Ed.). Proceed. of the VIIIth International Soils Corelation Meeting (VIII ISFORM): Characterization, Classification, and Utilization of Wet Soils. USDA-Soil Conservation Service, National Soil Survey Centre, Lincoln, NE.
- Subagyo, H., Nata Suharta, dan Agus B. Siswanto. 2000. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. hlm. 21-65 *dalam* Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Tjahjono, E.J.A. 2006. Kajian potensi endapan gambut di Indonesia berdasarkan aspek lingkungan. *Dalam* Proceeding Pemaparan Hasil-hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan. Pusat Sumber Daya Geologi.
- United State Development Agriculture (USDA) 2010. Soil Taxonomy. A. Basic System for Making and Interpretating Soil Surveys. USDA-NRCS. Washington DC.

- Wahyunto, Sofyan R., Suparto, dan Subagyo H. 2004. Sebaran dan kandungan karbon lahan gambut di Sumatera dan Kalimantan. Wetland International Indonesian Programme.
- Widjaja-Adhi, I P.G., K. Nugroho, Didi Ardi S., dan A.S. Karama. 1992. Sumber daya lahan rawa: Potensi, keterbatasan, dan pemanfaatan. hlm. 19-38 *dalam* Sutjipto P. dan M. Syam (Penyunting). Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak. Cisarua, 3-4 Maret 1992.



## SEBARAN LAHAN GAMBUT DI INDONESIA

*Wahyunto dan Anny Mulyani*

Lahan rawa gambut di Indonesia cukup luas, yaitu sekitar 20,9 juta ha atau 10,8% dari luas daratan Indonesia. Lahan rawa gambut tersebut sebagian besar terdapat di tiga pulau besar, yaitu Sumatera 35%, Kalimantan 32%, Sulawesi 3%, Papua 30%, dan 3% lainnya tersebar secara partial pada areal yang sempit (Wahyunto *et al.*, 2005). Lahan rawa gambut merupakan salah satu sumber daya alam yang mempunyai fungsi hidro-orologi dan lingkungan bagi kehidupan dan penghidupan manusia serta makhluk hidup lainnya, oleh karena itu harus dilindungi dan dipertahankan kelestariannya. Dalam pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana (termasuk lahan rawa gambut) perlu perencanaan yang teliti, penerapan teknologi yang sesuai, dan pengelolaan yang tepat, sehingga mutu dan kelestarian sumber daya alam dan lingkungannya dapat dipertahankan.

Tanah gambut merupakan tanah organik, yang mempunyai kandungan karbon (*C-organic content*) tinggi. Inventarisasi lahan rawa gambut yang sekarang ada dan analisis perubahannya dalam suatu kurun waktu tertentu sangat penting dan merupakan sumber informasi utama dalam usaha menghadapi ancaman perubahan iklim global, mendukung konservasi lingkungan, biodiversitas dan konservasi sumber daya air, menghitung emisi gas rumah kaca untuk menghadapi ancaman perubahan iklim, dan pengendalian banjir. Informasi tentang sifat-sifat dan karakteristik lahan rawa gambut, kondisi dan penggunaan lahannya pada saat ini (*existing landuse*), dapat digunakan untuk menyusun perencanaan yang lebih akurat guna optimalisasi pemanfaatan dan usaha konservasi.

Informasi lahan gambut tentang penyebaran dan tingkat kematangan (*peat maturity/degree of decomposition*) dapat diperoleh dengan mempelajari atlas (kumpulan peta-peta) yang diterbitkan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (2000) dan Departemen Transmigrasi (1989). Penyebaran Lahan gambut di Indonesia (Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua) disajikan pada Atlas Sumber Daya Tanah Eksplorasi Indonesia, skala 1:1.000.000 terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (2000). Pada peta tersebut lahan gambut terdapat pada satuan lahan kubah gambut dan dataran gambut. Kedua satuan lahan tersebut didominasi oleh tanah-tanah gambut (dalam sistem Klasifikasi Taksonomi Tanah (Soil Survey Staff, 1999) termasuk dalam sub-ordo/*great group* Haplohemists, Haplofibrists, Haplosaprists dan Sulfihemists). Departemen Transmigrasi melalui: Regional

Physical Planning Project for Transmigration (RePPPProT) menerbitkan *Land System with Land Suitability Map* (Departemen Transmigrasi, 1989). Pada peta tersebut ada beberapa *land system* dengan nama spesifik daerah tersebut (misal: *Land System Mendawai*) yang didominasi oleh tanah-tanah gambut (dalam sistem klasifikasi Taksonomi Tanah 1983 termasuk dalam sub-ordo Tropohemists, Troposapristis, Tropofibrists dan Sulfihemists). Untuk daerah sekitar Merauke – Digul (Provinsi Papua), dan beberapa daerah Provinsi di Kalimantan (belum seluruh wilayah provinsi) telah dilakukan pemetaan tanah tinjau skala 1:250.000, dimana peta-peta tersebut menyajikan informasi penyebaran lahan gambut yang terdapat pada satuanlahan-satuan lahan (*mapping unit*) tertentu. Pusat penelitian Tanah dan Agroklimat melalui *Land Resources Evaluation and Planning Project* (LREP Project) pada tahun 1990 menerbitkan Peta Satuan Lahan dan Tanah skala 1:250.000 untuk seluruh Pulau Sumatera. Dalam peta tersebut penyebaran lahan gambut disajikan dalam grup kubah gambut, selain menyajikan informasi klasifikasi sampai tingkat *great group*, selanjutnya dibedakan berdasarkan ketebalan gambutnya, yakni: (1) ketebalan gambut <0,5 m dan (2) ketebalan gambut 0,5–2 m, dan ketebalan gambut >2 m. Wahyunto *et al.*, 2005, menyusun peta sebaran lahan gambut di Pulau Sumatera, Kalimantan dan Papua pada skala 1:250.000 melalui analisis citra satelit, disertai validasi lapangan dan pengambilan contoh tanah gambut untuk mengetahui kandungan karbon (*C organic content*), dan berat isi (*bulk density-BD*) untuk estimasi cadangan karbon tanah gambut (*carbon stock*). Khusus untuk Papua belum dilakukan validasi lapangan. Sebagai penunjang analisis digunakan data informasi (peta/atlas) hasil survei pemetaan tanah yang telah dilakukan oleh Pusat Penelitian Tanah tahun 1990, 2000 dan Peta-peta *Land System* skala 1:250.000 terbitan RePPPProT tahun 1989. Data/peta yang disajikan berisi informasi lahan gambut tentang: penyebaran, ketebalan, tingkat kematangan, kandungan C-organik, BD, dan cadangan karbon. Dengan mempertimbangkan kelengkapan data/informasi yang disajikan tentang lahan gambut, maka data sebaran gambut yang disajikan dalam tulisan ini mengacu pada data informasi Wahyunto *et al.*, 2005.

### **Lahan gambut di Kalimantan**

Survei dan pemetaan tanah di wilayah lahan gambut di Kalimantan untuk menyajikan informasi sebaran lahan gambut, telah dilakukan mulai tahun 1969 di daerah sekitar Delta Kapuas, Kalimantan Barat. Pemetaan gambut yang merupakan bagian dari pemetaan tanah pada saat berlangsungnya Proyek Pengembangan Persawahan Pasang Surut (P4S)

telah dilakukan pada tahun 1969 sampai sekitar tahun 1984, dan banyak menemukan sebaran lahan gambut sangat luas, umumnya berbentuk kubah gambut, pada lahan rawa di Kalimantan Tengah. Pemetaan selanjutnya dilakukan secara “spot-spot” dalam luasan yang relatif sempit, tetapi lebih mendetail, yaitu pada saat berlangsungnya Proyek Penelitian Pertanian Menunjang Transmigrasi (P3MT) (1979-1984). Pemetaan yang terakhir dan cukup luas dilakukan di daerah Provinsi Kalimantan Tengah, yaitu pada Proyek Pengembangan Lahan Gambut (PLG) Satu Juta Hektar pada tahun 1996–1998. Pemetaan–pemetaan tersebut dilakukan pada beberapa tingkatan skala pemetaan, yaitu semi-detail (1:50.000), tinjau mendalam (1:100.000), sampai tinjau (1:250.000). Pada tahun 2002 pemetaan lahan gambut dilakukan dalam skala tinjau (1:250.000), berdasarkan hasil analisis citra satelit dan validasi lapangan secara terbatas pada tempat-tempat perwakilan. Sebagai wadah satuan peta (*mapping unit*) dalam pemetaan lahan gambut tersebut, digunakan metode pendekatan analisis grup fisiografi dengan mengutamakan penyajian informasi tingkat kematangan dan ketebalan gambut (Wahyunto *et al.*, 2005).

Lahan/tanah gambut di Pulau Kalimantan umumnya terletak di kawasan rawa, baik pada zona lahan rawa air tawar maupun zona lahan rawa pasang surut. Secara spesifik, lahan gambut menempati satuan fisiografi/*landform*: dataran gambut, kubah gambut (*peat dome*), cekungan–dataran danau, rawa belakang sungai, cekungan sepanjang sungai besar termasuk *oxbow lake* atau meander sungai, dan dataran pantai. Sebagian besar lahan gambut Kalimantan menempati *landform* dataran gambut dan kubah gambut. Pola penyebaran dataran dan kubah gambut adalah terbentang pada cekungan luas di antara sungai–sungai besar, dari dataran pantai ke arah hulu sungai.

Di Kalimantan Barat, lahan gambut dijumpai di sekitar daerah Sambas, Singkawang, Pontianak, Ketapang, dan Kapuas Hulu. Di Kalimantan Tengah, lahan gambut dijumpai di sepanjang pantai dan ke arah daratan di antara sungai–sungai (besar) Mentaya, Katingan, Sebangau, Kahayan, Kapuas, dan Barito. Di Kalimantan Timur, dijumpai di sekitar Samarinda–Kutai, dan sepanjang Sungai Mahakam. Sedangkan di Kalimantan Selatan penyebarannya tidak luas, hanya ditemukan di wilayah Kabupaten Tapin dan Hulu Sungai Tengah.

Lahan gambut di Kalimantan, dari hasil inventarisasi berbasis teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografi adalah 5,769 juta ha, yang penyebarannya pada masing–masing provinsi seperti berikut ini:

- (i) Kalimantan Tengah 3,012 juta ha (52,18% dari luas total gambut),
- (ii) Kalimantan Barat 1,729 juta ha (29,99%),
- (iii) Kalimantan Timur 0,697 juta ha (12,08%), dan
- (iv) Kalimantan Selatan 0,331 juta ha ( 5,75%).

Penyebaran lahan gambut hasil analisis tahun 2002 disertai dengan validasi lapangan di Kalimantan, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penyebaran lahan gambut di Kalimantan-Indonesia, tahun 2002

No	Gambut		Luas Gambut di masing-masing provinsi (dalam ha)				Luas Total	
	Ketebalan	Jenis gambut	Kal. Tengah	Kal. Barat	Kal. Timur	Kal. Selatan	ha	%
1		hemik/mineral	614.923	115.131	210.458	127.225	1.067.737	
2		hemik/saprik/mineral	124.874	8.793	---	---	133.667	
3	Dangkal	hemik/fabrik/mineral	45.610	225.486	4.539	---	275.635	
4	<100 cm	hemik/fabrik	246.316	125.435	49.562	---	421.313	
5		saprik/mineral	2.753	---	---	28.928	31.681	
		Subtotal	958.486	438.172	264.559	79.368	1.740.585	33,45
		%	55,1	25,2	15,2	4,6	100,0	
6		hemik/fabrik	459.371	737.111	25.528	9.976	1.231.986	
7	Sedang	hemik/fabrik/mineral	---	---	86.983	---	86.983	
8	100- <200cm	hemik/fabrik/saprik	3.028	---	---	---	3.028	
9		saprik/hemik/mineral	---	---	---	68.790	68.790	
		Subtotal	459.374	737.111	112.511	78.766	1.387.762	24,05
		%	33,1	53,1	8,1	5,7	100,0	
10		hemik/fabrik/mineral	---	---	91.142	---	91.142	
11	Dalam	hemik/fabrik	574.978	213.705	128.561	32.669	949.913	
12	200- <400cm	saprik/hemik/mineral	---	---	---	64.041	64.041	
		Subtotal	574.978	213.705	219.703	96.710	1.105.096	19,15
		%	52,0	19,3	19,9	8,8	100,0	
	Sangat							
13	dalam	hemik/fabrik	661.093	304.319	100.224	---	1.065.636	
	400-800cm	Subtotal	661.093	304.319	100.224	---	1.065.636	18,47
		%	62,0	28,6	9,4	---	100,0	
14	Dalam sekali	hemik/fabrik	277.694	---	---	---	277.694	
	>800 cm	Subtotal	277.694	---	---	---	277.694	4,81
		%	100,0	---	---	---	100,0	
<b>J u m l a h</b>			<b>3.010.640</b>	<b>1.729.980</b>	<b>696.997</b>	<b>331.629</b>	<b>5.769.246</b>	<b>100,0</b>
<b>%</b>			<b>52,18</b>	<b>29,99</b>	<b>12,08</b>	<b>5,75</b>	<b>100,00</b>	

Sumber: Wahyunto *et al.*, 2005

Berdasarkan tingkat kematangannya, tanah gambut Kalimantan dibedakan menjadi tiga tingkat kematangan yaitu fibrik, hemik, dan saprik. Dalam sistem Taxonomi Tanah pada tingkat *great group* diklasifikasikan sebagai Haplofibrists, Haplohemists, Haplosaprists. Tanah-tanah gambut di daerah peralihan ke rawa pasang surut, diklasifikasikan sebagai Sulfihemists, atau Sulfisaprists. Pada umumnya pada tiap satuan peta, sebaran tanah gambut merupakan asosiasi dari berbagai tingkat kematangan yaitu: hemik/mineral, hemik/fibrik, hemik/saprik/mineral, saprik/hemik, dan saprik/mineral. Di wilayah pantai, tanah gambut dapat berasosiasi dengan tanah mineral Sulfaquents (sulfat masam potensial) atau Endoaquents. Pada gambut pedalaman, atau gambut air tawar, gambut dapat berasosiasi dengan tanah Endoaquents/Endoaquepts atau Endoaquods. Yang terakhir ini, terutama terdapat di Provinsi Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Timur.

Berdasarkan kedalaman/ketebalannya, tanah gambut di Kalimantan dibedakan menjadi:

- (i) Gambut dangkal ( <100 cm): 1,929 juta ha (33,45%)
- (ii) Gambut sedang (100-200 cm): 1,388 juta ha (24,05%)
- (iii) Gambut dalam (200-400 cm): 1,109 juta ha (19,15%)
- (iv) Gambut sangat dalam (400-800 cm): 1,065 juta ha (18,47%)  
dan
- (v) Gambut dalam sekali (>800 cm): 0,278 juta ha ( 4,81%)

Berdasarkan jenis atau tingkat pelapukan gambutnya, asosiasi gambut yang dijumpai pada masing-masing kedalaman adalah sebagai berikut:

- (i) Gambut dangkal : hemik/mineral, hemik/saprik/mineral, hemik/fibrik/mineral, hemik/fibrik, dan saprik/mineral.
- (ii) Gambut sedang : hemik/fibrik, hemik/fibrik/mineral, hemik/fibrik/saprik, dan saprik/hemik/mineral.
- (iii) Gambut dalam : hemik/fibrik/mineral, hemik/fibrik, dan saprik/hemik/mineral
- (iv) Gambut sangat dalam : hemik/fibrik.
- (v) Gambut dalam sekali : hemik/fibrik.

## Lahan gambut di Sumatera

Data dan informasi penyebaran lahan gambut di Sumatera relatif lebih lengkap bila dibandingkan dengan data/informasi lahan gambut di pulau-pulau lainnya. Pada tahun 1990 di seluruh Sumatera telah dilakukan pemetaan sumber daya lahan/tanah tingkat tinjau (skala 1:250.000), yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Tanah melalui proyek LREP-I (*Land Resource Evaluation and Planning Project*). Dengan demikian dalam pemetaan lahan gambut peta-peta hasil kegiatan LREP-I tersebut dapat digunakan sebagai acuan, dan untuk *update* penyebaran lahan gambut secara spasial diintegrasikan dengan hasil analisis citra satelit rekaman tahun terakhir pada saat dilakukan pemetaan. Wahyunto *et al*, 2005 melakukan identifikasi lahan gambut dan deliniasi penyebarannya, digunakan seri data digital *landsat* TM-7 hasil rekaman tahun 2001 sampai dengan tahun 2002. Analisis pengenalan lahan gambut dilakukan melalui sistem pendekatan jenis/kelompok vegetasi spesifik yang tumbuh secara alami (*specific vegetation community*) sebagai penciri keberadaan lahan gambut di suatu wilayah. Informasi mengenai sifat-sifat dan karakteristik jenis gambut didasarkan pada hasil-hasil kegiatan penelitian sebelumnya, yang kemudian dilengkapi dengan tinjauan dan pengamatan lapangan pada tempat-tempat yang dianggap mewakili.

Sebagian besar gambut di Sumatera terdapat pada *landform* kubah gambut (*peat dome*), dan sebagian kecil pada *landform* dataran marin di rawa pasang surut (*tidal swamp*), serta *landform* jalur aliran sungai pada wilayah dataran yang lebih tinggi. Sebagian besar merupakan gambut ombrogen, sedangkan gambut topogen umumnya hanya ditemukan di beberapa tempat pada daerah sekitar jalur aliran sungai.

Berdasarkan tingkat pelapukan/dekomposisi bahan organik penyusun gambut, tanah gambut (ordo: Histosols) dibedakan dalam sub-ordo Fibrists, Hemists, dan Saprists. Fibrists adalah tanah gambut yang relatif belum melapuk atau masih mentah; Hemists: tanah gambut yang tingkat dekomposisi bahan gambutnya tengahan, atau setengah melapuk; dan Saprists: tanah gambut yang tingkat pelapukan bahan gambutnya sudah lanjut, atau sudah hancur seluruhnya.

Luas dan penyebaran lahan gambut di Pulau Sumatera pada tahun 2002, berdasarkan ketebalan dan jenis gambut, diurutkan mulai dari penyebaran pada provinsi yang terluas, disajikan pada Tabel 2. Dari tabel tersebut, dapat diketahui bahwa luas total lahan gambut di Pulau Sumatera

pada tahun 2002, adalah sekitar 7,204 juta ha, atau 14,90% dari luas seluruh daratan Pulau Sumatera (luasnya 48,24 juta ha).

Luas lahan gambut pada masing-masing provinsi diurutkan dari yang terluas, adalah sebagai berikut: (i) Riau 4,043 juta ha (56,12% dari luas total lahan gambut); (ii) Sumatera Selatan 1,484 juta ha (20,60%); (iii) Jambi 0,717 juta ha (9,95%); (iv) Sumut 0,325 juta ha (4,51%); (v) Nanggroe Aceh D. 0,274 juta ha (3,80%); (vi) Sumatera Barat 0,210 juta ha (2,92%); (vii) Lampung 0,088 juta ha (1,22%); dan (viii) Bengkulu 0,063 juta ha (0,87%).

Berdasarkan ketebalan lapisan gambut, lahan gambut Sumatera dapat dikelompokkan seperti berikut ini: (i) gambut-dangkal 1,925 juta ha (26,72% dari luas total lahan gambut); (ii) gambut-sedang 2,327 juta ha (32,30%); (iii) gambut-dalam 1,246 juta ha (17,30%); dan (iv) gambut-sangat dalam 1,706 juta ha (23,68%).

Berdasarkan jenis gambutnya, maka komposisi utama lahan gambut adalah sebagai berikut: (i) gambut-dangkal: *fibrik/saprik, hemik, hemik/saprik, hemik/mineral, saprik, saprik/hemik dan saprik/mineral*; (ii) gambut-sedang: *hemik, hemik/saprik, hemik/mineral, saprik, saprik/hemik dan saprik/mineral*; (iii) gambut-dalam: *hemik, hemik/saprik, saprik, saprik/hemik, dan saprik/mineral*; dan (iv) gambut-sangat dalam: *hemik/saprik, hemik/mineral, dan saprik/hemik*;

### **Lahan gambut di Papua**

Penelitian dan pemetaan tanah dan lahan rawa gambut di Papua sudah dimulai sejak tahun 1932 (Soepraptohardjo *et al.*, 1971), namun sampai sekarang luasan yang telah diteliti dan dipetakan masih sangat sempit. Sampai periode tahun 2000-an daerah yang telah disurvei/dipetakan baru sekitar 66.989 km<sup>2</sup> (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, 2002) atau 15,8% dari luas total seluruh Papua. Pada pelaksanaan program transmigrasi pemetaan tanah di Papua umumnya dilaksanakan dengan luasan antara 5.000-30.000 ha dengan skala lebih besar (1:25.000-1:100.000).

Pemetaan tanah tersebut sangat beragam baik skala dan lokasinya juga tersebar di berbagai tempat, sehingga apabila digunakan sebagai dasar untuk perencanaan pengembangan wilayah sangat kurang memadai. Hal ini disebabkan berbagai alasan, diantaranya: (1) data sifat-sifat tanah yang lengkap masih sangat kurang; (2) pelaksanaan survei dan pemetaan tanah tersebut dilakukan oleh berbagai instansi pada tingkat skala yang bervariasi (skala 1:50.000-1:250.000), serta klasifikasi tanah yang digunakan tidak seragam. Karena tidak atau belum ada keseragaman metodologi

penelitian/pemetaan dan sistem klasifikasi tanah yang digunakan, maka data dan peta yang disajikan sangat bervariasi, selain peta dasar yang digunakan bermacam-macam, bahkan banyak pula yang berupa peta hasil pengukuran di lapangan melalui rintisan-rintisan. Untuk wilayah sekitar Merauke-Digul telah dilakukan penelitian/pemetaan tanah yang cukup luas dan menggunakan metode pemetaan tanah tinjau yang sama seperti yang telah dilakukan oleh Pusat Penelitian Tanah di Sumatera dan Kalimantan. Wilayah sekitar Merauke seluas  $\pm 1.255.000$  ha (Puslit.Tanah, 1985) dan wilayah antara S. Digul–Pantai Kasuari seluas  $\pm 2.400.800$  ha (Puslit. Tanah, 1986), keduanya menyajikan Peta Tanah Tingkat Tinjau (*reconnaissance*) dengan skala 1:250.000. Peta Tanah Irian Jaya (sekarang Papua) dengan skala 1:1.000.000 (Wahyunto dan Marsoedi, 1995) merupakan hasil kompilasi data/informasi hasil-hasil penelitian/ pemetaan tanah tersebut di atas dan Peta *land systems* and *land suitability* dari RePPPProT. berskala 1:250.000.

Mengingat data/informasi tentang keadaan tanah di Papua berdasarkan hasil-hasil penelitian/pemetaan tanah di daerah itu masih sangat terbatas dan sangat beragam, sedangkan informasi tanah dari Peta RePPPProT umumnya merupakan hipotesis, maka Peta Tanah Irian Jaya skala 1:1.000.000 (Wahyunto dan Marsoedi, 1995) merupakan informasi yang “sangat kasar”, baik dari segi jenis tanahnya, maupun pada batas-batas (delineasi) satuan petanya. Peta sebaran gambut Papua skala 1:250.000 (Wahyunto *et al.*, 2005) juga masih merupakan peta hasil analisis (*desk study*), karena belum dilakukan verifikasi lapangan. Dengan demikian data/peta Sebaran Gambut Papua termasuk Peta Indikasi Sebaran Gambut Papua, “baru” merupakan informasi tahap awal tentang keadaan tanah gambut di Papua, sehingga penggunaannya perlu hati-hati sekali, karena sebagian besar masih merupakan peta analisis dan data sekunder serta belum disertai validasi lapangan.

Berdasarkan kedalaman dan tingkat kematangannya gambut di Papua dapat dibedakan menjadi 13 satuan peta (*mapping units*). Berdasarkan tingkat kematangan/dekomposisinya, menurut sistem Taksonomi Tanah, ada tiga sub-ordo (*great group*) dari Histosols, yaitu: (1) Fibrists, yang merupakan tanah organik masih mentah/belum masak (bahan fibrik); (2) Hemists, dengan bahan organik agak masak (hemik); dan (3) Saprists, yang tersusun oleh bahan organik sudah masak (saprik). Kedalaman tanah gambut di daerah Papua bervariasi mulai dari  $\pm 50$  cm - 3 m. Histosols yang sudah masak (Saprik) mempunyai potensi cukup baik untuk usaha pertanian dengan tindakan pengelolaan tata air yang baik, sedangkan sub-ordo Fibrik tidak cocok.

Penyebaran tanah-tanah Histosols di Papua umumnya terdapat bersama-sama (berasosiasi) dengan tanah-tanah mineral yang jenuh air (sub-orde Aquepts, Aquepts).

Lahan/tanah gambut di Papua umumnya terletak di kawasan rawa, baik pada zona lahan rawa air tawar maupun zona lahan rawa pasang surut. Secara spesifik, lahan rawa gambut menempati satuan fisiografi/*landform*: dataran gambut, cekungan–dataran danau, rawa belakang sungai, cekungan sepanjang sungai besar termasuk 'oxbow lake' atau meander sungai, dan dataran pantai. Pola penyebaran dataran umumnya terbentang pada cekungan luas di sekitar sungai-sungai besar, dari dataran pantai ke arah hilir sungai. Di Papua lahan rawa gambut dijumpai di dataran pantai bagian selatan mulai dari dataran pantai selatan Timika – Agats dan Kepi, daerah Pulau Dolak, Pulau Komolom, dataran pantai selatan kepala burung (sekitar Teminabuan sampai Bintuni, sekitar bagian tengah dan hilir daerah aliran sungai Mamberamo).

Lahan gambut daerah Papua, dari hasil inventarisasi berbasis teknologi penginderaan jauh tahun 2002, seluas 7,97 juta ha yang penyebarannya pada masing-masing provinsi adalah sebagai berikut (Wahyunto *et al.*, 2005): (i) Provinsi Papua 7,0 juta ha (87,78% dari luas seluruh Papua) dan (ii) Provinsi Papua Barat 0,974 juta ha (12,22%).

Berdasarkan tingkat dekomposisi/kematangannya, tanah gambut Papua dibedakan menjadi tiga tingkat kematangan yaitu fibrik, hemik, dan saprik. Dalam sistem Taxonomi Tanah pada tingkat sub-orde diklasifikasikan sebagai Haplofibrists, Haplohemists, Haplosaprists. Tanah-tanah gambut di daerah peralihan ke rawa pasang surut, diklasifikasikan sebagai Sulfihemists, atau Sulfisaprists. Pada umumnya pada tiap satuan peta, sebaran tanah gambut merupakan asosiasi dari hemik/mineral, saprik/mineral, hemik/fibrik/mineral, mineral/hemik, mineral fibrik dan mineral saprik. Di wilayah pantai, tanah gambut dapat berasosiasi dengan tanah mineral Sulfaquepts atau Endoaquepts. Sedangkan pada gambut pedalaman, atau gambut air tawar, gambut dapat berasosiasi dengan tanah Endoaquepts atau Endoaquepts.

Berdasarkan kedalaman/ketebalannya, tanah gambut di Papua dibedakan menjadi: (1) gambut dangkal (<100 cm) seluas 5.556.872 ha (69,7%); (2) gambut sedang (100–<200 cm) seluas 701.236 ha (8,7%); dan (3) gambut dalam (200–300 cm) seluas 1.717.347 ha (21,6%).

Tabel 2. Luas dan penyebaran lahan gambut tahun 2002 di Pulau Sumatera

No	Gambut		Luas Tanah Gambut di masing-masing Provinsi (Hektar)								Total	
	Ketebalan	Jenis gambut	Riau	Sumsel	Jambi	Sumut	Aceh	Sumbar	Lampung	Bengkulu	Hektar	%
1	Dangkal	- Fibrik/Saprik	4.070	-	-	-	-	-	-	-	4.070	
2	<100 cm	- Hemik	-	18.461	-	-	-	-	-	946	19.407	
3		- Hemik/Saprik	488.219	11.366	180.804	2.024	-	8.426	-	17.028	807.867	
4		- Hemik/mineral	82.313	271.024	97.282	63.099	4.011	89.353	67.160	17.354	691.596	
5		- Saprik	-	62.515	-	10.006	-	-	-	-	72.521	
6		- Saprik/Hemik	51.520	-	427	9.329	48.573	23.672	-	-	133.481	
7		- Saprik/mineral	32.876	8.994	-	3.093	5.458	-	-	22.509	195.710	
		Subtotal :	658.998	472.360	281.606	207.238	58.042	121.411	67.160	57.837	1.924.652	26,72
		%	34,24	24,54	14,63	10,77	3,02	6,31	3,49	3,01	100,0	
8	Sedang	- Hemik	-	67.950	-	-	-	-	-	-	67.950	
9	100-200cm	- Hemik/Saprik	668.935	271.625	86.988	-	11.983	17.157	-	-	1.056.688	
10		- Hemik/mineral	3.322	563.122	16.045	14.733	26.061	-	20.407	1.575	645.265	
11		- Saprik	26.652	1.855	-	31.399	-	-	-	-	59.906	
12		- Saprik/Hemik	173.942	-	2.413	14.588	105.565	7.682	-	-	304.190	
13		-Saprik/mineral	79.206	77.471	-	34.950	1.143	-	-	800	193.570	
		Subtotal :	952.057	982.023	105.446	95.670	144.752	24.839	20.407	2.375	2.327.569	32,31
		%	40,9	42,2	4,5	4,1	6,2	1,1	0,9	0,1	100,0	
14	Dalam	- Hemik	-	-	-	2.201	-	-	-	-	2.201	
15	200-400cm	- Hemik/Saprik	328.656	22.631	258.974	3.274	24.614	5.925	-	2.431	646.505	
16		- Saprik	1.314	-	-	16.912	-	-	-	-	18.226	
17		- Saprik/Hemik	497.476	-	19.590	-	46.643	9.135	-	-	572.844	
18		- Saprik/mineral	-	6.648	-	-	-	-	-	-	6.648	
		Subtotal :	827.446	29.279	278.564	22.387	71.247	15.060	-	2.431	1.246.424	17,30
		%	66,4	2,3	22,3	1,8	5,7	1,2	-	0,2	100,0	
19	Sangat dalam	- Hemik/Saprik	635.228	-	36.287	-	-	48.924	-	409	720.848	
20		Hemik/mineral	-	-	14.936	-	-	-	-	-	14.936	
21	>400cm	- Saprik/Hemik	969.872	-	-	-	-	-	-	-	969.872	
		Subtotal :	1.605.100	-	51.223	-	-	48.924	-	409	1.705.656	23,68
		%	94,1	-	3,0	-	-	2,9	-	0,0	100,0	
		Jumlah	4.043.601	1.483.662	716.839	325.295	274.051	210.234	87.567	63.052	7.204.301	100,0
		%	56,13	20,59	9,95	4,52	3,80	2,92	1,22	0,88	100,00	

Sumber: Wahyunto *et al.*, 2005

Berdasarkan jenis atau tingkat pelapukan gambutnya, asosiasi gambut yang dijumpai pada masing-masing kedalaman adalah sebagai berikut:

- (i) Gambut dangkal : mineral/hemik,  
 mineral/saprik/hemik  
 saprik/mineral  
 hemik/mineral

- (ii) Gambut sedang : hemik/fabrik,/mineral  
 saprik/hemik/mineral  
 mineral/hemik  
 mineral/saprik  
 mineral/fabrik
- (iii) Gambut dalam : hemik/fabrik/saprik/mineral.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Transmigrasi. 1989. Land System With Land Suitability Map. Regional Physical Planning Project for Transmigration (RePPPProT). Direktorat Bina Program, Direktorat Jenderal Penyiapan Permukiman. Departemen Transmigrasi. Jakarta.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2000. Atlas Sumberdaya Tanah Ekplorasi Indonesia skala 1:1000.000. Puslitbangtanak, Bogor.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2002. Atlas Pewilayahan Komoditas Unggulan Nasional, skala 1:1000.000. Puslitbangtanak, Bogor.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. Atlas Sumber daya Tanah Ekplorasi Indonesia skala 1:1.000.000. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Pusat Penelitian Tanah. 1985. Laporan Akhir Survei dan Pemetaan Tanah Tingkat Tinjau Daerah Sungai Digul, Kabupaten Merauke dan Sekitarnya Provinsi Irian Jaya. Departemen Transmigrasi/Sekretaris Jenderal Pertanian, Badan Litbang Pertanian. 222 hlm.
- Pusat Penelitian Tanah. 1986. Buku Keterangan Peta Satuan Lahan dan Tanah Seluruh Sumatera (42 Lembar), Skala 1 : 250.000. Proyek Perencanaan dan Evaluasi Sumber Daya Lahan. Pusat Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Pusat Penelitian Tanah. 1986. Survei dan Pemetaan Tanah Tinjau Daerah Merauke, Sungai Digul-Pantai Kasuari, Provinsi Irian Jaya. Departemen Transmigrasi. Sekretaris Jenderal dan Departemen Pertanian/Badan Litbang Pertanian. 235 hlm.

- Soepraptohardjo, H., H. Suhardjo, and P.M. Driesen. 1971. Soil for Agricultural Expansion in Indonesia. Buletin I. Soil Research Institute Bogor.
- Soil Survey Staff.1999. Kunci Taksonomi Tanah. Edisi Kedua Bahasa Indonesia, 1999. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Wahyunto dan Marsoedi Ds. 1995.Keadaan Tanah di Provinsi Irian Jaya.hlm. 147-162 *dalam*Prosiding Temu Konsultasi Sumber daya Lahan untuk Pembangunan Kawasan Timur Indonesia.Palu, 17-20 Januari 1994.Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Wahyunto, Sofyan Ritung, Suparto, dan H. Subagjo. 2005. Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan.Wetland International Indonesia Programme. Bogor.
- Wahyunto, Suparto, dan Bambang Heryanto. 2005. Sebaran Gambut di Papua. Wetland International Indonesia Programme. Bogor.

# EVALUASI KESESUAIAN LAHAN UNTUK PENGEMBANGAN PERTANIAN DI LAHAN GAMBUT

*Anny Mulyani dan Muhammad Noor*

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumberdaya lahan yang sangat luas dengan berbagai keragaman tanah, bahan induk, fisiografi, ketinggian tempat, dan iklim, sehingga memungkinkan untuk memproduksi berbagai macam komoditas. Indonesia dengan total luas daratan sekitar 188,2 juta ha, terdiri atas 148,0 juta ha lahan kering dan 40,2 juta lahan basah. Dari total lahan basah tersebut sekitar 21 juta ha berupa lahan gambut yang tersebar di tiga pulau besar, yaitu Sumatera, Kalimantan, dan Papua (Wahyunto *et al.*, 2005;2006).

Secara hidrologis lahan gambut berperan penting sebagai penyimpan air, karena dapat menyerap 13 kali bobotnya dan sebagai penyimpan cadangan karbon yang sangat besar baik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Setiap hektar lahan gambut mempunyai potensi karbon setara dengan 8,07-13,58 juta t CO<sub>2</sub> per tahun (Barchia, 2002). Sebagian besar lahan gambut mempunyai tutupan lahan berupa hutan, belukar, dan sebagian dibuka untuk pengembangan pertanian dan perkebunan. Pemerintah telah membatasi penggunaan lahan gambut untuk pengembangan perkebunan, khususnya kelapa sawit dengan Peraturan Kementerian Pertanian (PERMENTAN No 14/2009) dan penghentian sementara pemberian izin baru pembukaan lahan gambut dengan Instruksi Presiden (INPRES NO. 10/2011).

Pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian dan perkebunan berkembang pesat sejak tahun 1970an, seiring dengan perencanaan pemerintah membuka lahan rawa pasang surut seluas 5,25 juta ha untuk mendukung program transmigrasi dan peningkatan produksi padi nasional. Namun tidak semua lahan gambut yang dibuka dan ditempati transmigrasi berhasil dengan baik bahkan beberapa lokasi ditinggalkan dan para transmigran dipindahkan (relokasi) karena dinyatakan tidak sesuai untuk pertanian (Noor, 2001). Lahan gambut termasuk marginal dan rapuh, antara lain mudah terbakar pada musim kemarau, mudah mengalami penurunan permukaan (subsiden), sehingga dalam pemanfaatannya harus dilakukan secara cermat dan hati-hati. Perencanaan harus mengacu pada hasil studi yang mendalam mengenai karakteristik lahan gambut dan lingkungan setempat dan dampak yang muncul kemudian (Agus dan Subiksa, 2008).

Pemanfaatan lahan gambut ke depan mendapat dorongan yang semakin kuat dan kemungkinan akan semakin luas. Hal ini disebabkan karena semakin terbatasnya lahan subur untuk pengembangan pertanian, dan makin besarnya kebutuhan bahan pangan dan komoditas penghasil devisa negara, serta adanya konversi lahan pertanian produktif. Disisi lain peluang dan prospek pemanfaatan lahan gambut untuk pengembangan pertanian apabila dilakukan dengan pengelolaan yang baik, cukup menjanjikan. Namun mengingat keberagaman dari lahan gambut yang cukup tinggi, dan sifat serta watak lahan gambut antara satu lokasi dengan lokasi lainnya yang berbeda, maka diperlukan evaluasi kesesuaian lahan sebelum dilakukan pembukaan dan pemanfaatannya. Evaluasi kesesuaian lahan dapat dilakukan apabila tersedia data/informasi sumberdaya lahannya, seperti tanah, iklim, dan lingkungan biofisik lainnya.

Tulisan ini mengemukakan tentang karakteristik lahan gambut, metode penilaian kesesuaian lahan, dan interpretasi hasil penilaian untuk beberapa komoditas pertanian yang dapat dikembangkan di lahan gambut.

### **KARAKTERISTIK LAHAN GAMBUT**

Lahan gambut di Indonesiatersebar di tiga pulau besar, yaitu Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Karakteristik gambut sangat bervariasi tergantung pada tingkat kematangan dan kesuburannya, kedalaman gambut serta lingkungan pembentukannya. Oleh karena itu, gambut yang berada di ketiga pulau besar itu agak sedikit berbeda karakteristik sifat kimianya, terkait dengan ada tidaknya bahan pengkayaan. Gambut yang terbentuk di Pulau Sumatera umumnya mendapat pengkayaan dari bahan volkan yang berada di bagian atasnya (dari Pegunungan Bukit Barisan), baik langsung maupun hasil sedimentasi sungai dari bagian hulunya, sehingga secara umum sifat kimia gambut di Pulau Sumatera relatif lebih baik dibanding gambut di Kalimantan ataupun Papua. Sebagai ilustrasi disajikan kandungan hara gambut yang berasal dari Sumatera dan Kalimantan (Tabel 3). Dari Tabel 3 terlihat bahwa kandungan unsur hara seperti kandungan  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  total, kation-kation dapat tukar (Ca, Mg, K, Na), dan kejenuhan basa di Sumatera lebih tinggi dibanding dari Kalimantan.

Tabel 3. Sifat tanah gambut di Sumatera dan Kalimantan

No.	Ekstrak 1:5		Terhadap contoh kering 105 °C																					
	pH H <sub>2</sub> O	Sali- nitas	Bahan organik			HCl 25%		Bray 1			Nilai Tukar Kation (NH <sub>4</sub> -Acetat 1N, pH7)						KCl 1N		DTPA			Serat digerus		Abu
			C	N	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca	Mg	K	Na	Jumlah	KTK	KB *	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	Fe	Mn	Cu	Zn	tdk	ya	%
	mg/l	---	%	---	- mg/100 g -			----- cmol <sub>(+)</sub> /kg -----						%	cmol <sub>(+)</sub> /kg		----- ppm -----			----- % -----		%		
Sumatera	3,5	92,8	40,3	1,7	25,5	22,7	65,5	26,5	7,5	2,2	1,3	1,2	12,1	83,5	14,3	3,7	4,8	212,9	18,6	0,5	6,8	45,2	6,8	8,6
Kalimantan	3,5	92,5	46,6	0,9	54,2	9,8	13,8	35,0	2,4	1,4	0,2	1,5	5,5	93,4	5,9	6,9	7,7	477,6	11,0	0,8	4,6	33,4	3,6	5,4

Sumber: Wahyunto *et al.* (2010)

Berdasarkan tingkat kematangannya gambut dibedakan dalam: saprik: gambut matang tingkat pelapukannya sudah lanjut, hemik: gambut setengah matang atau setengah melapuk, dan fibrik: gambut mentah yang belum melapuk. Berdasarkan kedalamannya, gambut dibedakan menjadi gambut dangkal (50-100 cm), gambut sedang (100-200 cm), gambut dalam (200-300 cm), dan gambut sangat dalam (> 300 cm). Gambut saprik mempunyai kemampuan menyimpan air lebih kecil, tetapi mempunyai daya pegang air (*water holding capacity*) yang lebih kuat dibandingkan gambut hemik atau fibrik dan sebaliknya. Oleh karena itu gambut fibrik mempunyai risiko kekeringan lebih besar dibandingkan gambut hemik atau saprik. Gambut tebal kebanyakan didominasi gambut fibrik-hemik, sebaliknya gambut dangkal dan tipis kebanyakan didominasi gambut saprik.

Di Indonesia, sebagian besar lahan gambut, menempati *landform* kubah gambut di dataran rendah sepanjang pantai di antara sungai-sungai besar, umumnya berupa gambut ombrogen dengan ketebalan sedang sampai sangat dalam. Sedangkan sebagian kecil sisanya ditemukan pada *landform* dataran pasang surut dan dataran gambut, berupa gambut topogen dengan ketebalan dangkal (50-100 cm) sampai sedang (100-200 cm) (Subagyo *etal.*, 2000).

Karakteristik fisik lahan gambut sebagian dapat ditentukan di lapangan, dan sebagian ditentukan dari hasil analisis laboratorium. Karakteristik fisik yang dapat ditentukan di lapangan adalah ketebalan gambut (dengan pemboran, Gambar 4), kematangan gambut (dengan meremas gambut, Gambar 5), tingkat kesuburan (dengan ada tidaknya bahan mineral atau pengkayaan bahan mineral). Sedangkan untuk mengetahui lingkungan pembentukannya termasuk ombrogen atau topogen, untuk pemeta pemula akan kesulitan menentukannya di lapangan. Penurunan permukaan apabila lahan didrainase (subsiden) dan mengering tidak balik (*irreversible*), juga merupakan sifat gambut yang agak sulit ditentukan di lapangan pada waktu sesaat.

Sifat fisik gambut yang diperoleh dari hasil laboratorium adalah kadar air, kemampuan memegang air, berat isi (*bulk density*-BD), dan daya menahan beban (*bearing capacity*). Gambut mampu menyerap air 13 kali bobotnya. Kadar air yang tinggi menyebabkan BD menjadi rendah, lembek, dan daya menahan bebannya rendah (Agus dan Subiksa, 2008). Rendahnya BD gambut menyebabkan daya menahan atau menyangga beban (*bearing capacity*) menjadi rendah. Hal ini seringkali menyebabkan tanaman roboh atau doyong (Gambar 6).



Gambar 4. Pengukuran kedalaman dan pengambilan contoh gambut dengan menggunakan bor gambut



Gambar 5. Penentuan kematangan gambut (fibrik, hemik, saprik) dengan cara meremas tanah gambut



Gambar 6. Tanaman roboh dan doyong karena tidak kuat menahan beban tanaman



Karakteristik kimia pada umumnya ditentukan di laboratorium seperti pH, kandungan C-organik, basa-basa dapat tukar (Ca, Mg, K, Na), KTK, dan unsur mikro. Karakteristik kimia lahan gambut sangat ditentukan oleh kandungan mineral, ketebalan, jenis mineral pada substratum (dasar gambut), dan tingkat dekomposisi gambut.

Di Indonesia, lahan gambut umumnya mempunyai tingkat kemasaman relatif tinggi (pH 3-4). Gambut oligotropik yang memiliki substratum pasir kuarsa banyak ditemukan di Kalimantan (Gambar 7). Umumnya mempunyai kation basa (Ca, Mg, K, dan Na) sangat rendah, pH tanah sangat masam, kandungan asam organik tinggi yang sebagian bersifat racun, KTK tinggi yang sebagian besar dibentuk oleh muatan tergantung pH, kejenuhan basa sangat rendah (Tabel 1), mampu membentuk ikatan kompleks dengan kation polivalen, kadar hara makro dan mikro sangat rendah yang sangat ditentukan oleh kandungan mineral, serta penyimpan karbon yang sangat besar.



Gambar 7. Tanah bergambut tipis yang mempunyai substratum pasir

Tingkat kesuburan tanah gambut sangat ditentukan oleh ketebalan dan kematangan gambut, jenis substratum di bawah gambut, bahan pembentuk gambut, kandungan mineral, dan tingkat pengkayaan yang diperoleh dari limpasan air pasang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk tanaman padi, semakin tebal gambut (> 80 cm) semakin rendah hasil padi yang dicapai (Noor, 2001)(Gambar 8 dan 9).



Gambar 8. Pertumbuhan padi di lahan gambut berketebalan 2-3 m yang diberi lapisan tanah mineral (Dok M. Noor-Lokasi Desa Tegal Arum, Penelitian ICCTF Kalsel)



Gambar 9. Pertanaman padi di lahan gambut dangkal (< 1 m) yang diberi asupan cukup dan pengelolaan air optimal (Dok M. Noor Lokasi Penelitian BALITTRA, Pangkoh, Kalteng)



## EVALUASI LAHAN GAMBUT

### Pengertian evaluasi lahan

Evaluasi lahan adalah suatu proses penilaian sumber daya lahan untuk tujuan tertentu, baik untuk pertanian maupun non-pertanian, dengan menggunakan suatu pendekatan atau cara yang sudah teruji. Sedangkan kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu. Kesesuaian lahan tersebut dapat dinilai untuk kondisi saat ini (kesesuaian lahan aktual) atau setelah diadakan perbaikan (kesesuaian lahan potensial).

Dalam evaluasi lahan diperlukan informasi berupa data sifat-sifat fisik lingkungan dari suatu wilayah, yang dirinci ke dalam kualitas lahan (*land qualities*). Setiap kualitas lahan biasanya terdiri atas beberapa karakteristik lahan (*land characteristics*). Karakteristik lahan adalah sifat lahan yang dapat diukur atau diestimasi, baik secara langsung di lapangan ataupun hasil analisis di laboratorium. Sebagai contoh, kualitas lahan media perakaran (*rooting condition-rc*) terdiri atas beberapa karakteristik lahan yaitu tekstur, kandungan bahan kasar, kedalaman tanah, ketebalan dan kematangan gambut. Kelima karakteristik lahan tersebut dapat ditentukan atau diestimasi di lapangan. Sedangkan untuk kualitas lahan retensi hara (*nutrient retention-nr*), terdiri atas beberapa unsur yaitu kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB), pH, dan kandungan C-organik. Keempat unsur ini harus ditentukan di laboratorium, kecuali pH dapat diukur di lapangan dengan menggunakan pH Truog atau kertas lakmus. Karakteristik lain yang dapat ditentukan atau diestimasi di lapangan adalah drainase (oa), bentuk wilayah/kelerengan (eh), genangan (fl), batuan di permukaan dan singkapan batuan (lp). (Lihat Tabel 4)

### Klasifikasi kesesuaian lahan

Klasifikasi kesesuaian lahan menurut FAO (1976) dapat dibedakan menurut tingkatannya. Pada tingkat ordo, kesesuaian lahan dibedakan antara lahan sesuai (S) dan tidak sesuai (N). Sedangkan pada tingkat kelas, lahan yang sesuai dikelompokkan menjadi tiga kelas yaitu lahan sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), dan sesuai marjinal (S3). Untuk ordo tidak sesuai (N), tidak dibedakan ke dalam kelas-kelas (Djaenudin *etal.*, 2003). Definisi masing-masing kelas adalah sebagai berikut:

Kelas S1 -Lahan sangat sesuai (*highly suitable*), lahan tidak mempunyai faktor pembatas berarti yang dapat mempengaruhi pengelolaan lahan dan produktivitas tanaman.

Kelas S2-Lahan cukup sesuai (*moderately suitable*), lahan mempunyai pembatas ringan yang dapat mempengaruhi pengelolaan lahan dan produktivitas tanaman, perlu *input* atau masukan biaya yang ringan.

Kelas S3-Lahan sesuai marjinal (*marginally suitable*), lahan mempunyai faktor pembatas agak berat yang dapat mempengaruhi pengelolaan lahan dan produktivitas tanaman, serta diperlukan *input* atau masukan biaya sedang sampai tinggi.

Kelas N-Lahan tidak sesuai permanen (*permanently not suitable*), lahan mempunyai pembatas berat, untuk perbaikannya diperlukan *input* atau biaya yang sangat besar, tetapi tidak akan seimbang dengan produksi yang akan dihasilkannya. Kelas kesesuaian lahan ditentukan berdasarkan jumlah faktor pembatas dan harkat hambatan seperti disajikan pada Tabel 4. Macam faktor pembatas dan harkat hambatan dari masing-masing faktor pembatas terhadap pertumbuhan tanaman di lahan gambut disajikan pada Tabel 5. Nilai harkat faktor pembatas ini dapat berbeda antara satu komoditas dengan komoditas lain yang dasarnya ditentukan oleh daya adaptasi jenis atau komoditas tanaman yang diinginkan. Misalnya lahan gambut tebal 3,5-4,0 m menurut Tabel 4 mempunyai faktor pembatas berupa ketebalan gambut 3 m masuk dalam kategori mempunyai satu faktor pembatas yang harkatnya > 3 m yaitu masuk harkat sangat berat. Jadi lahan gambut tersebut termasuk tidak sesuai permanen (N). Seandainya ketebalan gambut tersebut < 1 m sedangkan faktor pembatas lainnya hanya 2 atau 3 berharkat ringan, maka lahan gambut tersebut masuk dalam kategori cukup sesuai atau sesuai bersyarat ringan (S2). Penyusunan kelas kesesuaian lahan selanjutnya dibedakan menjadi sub-kelas yang didasarkan pada harkat yang menjadi faktor pembatas terberat. Sebagai contoh, S3rc, artinya lahan termasuk kelas sesuai marjinal (S3) dengan sub-kelasnya **rc** (*rooting condition*) atau media perakaran, yaitu lahan mempunyai kedalaman tanah agak dangkal (50-75 cm), kurang memadai untuk tanaman tahunan secara umum.

Tabel 4. Kelas kesesuaian lahan berdasarkan jumlah dan harkat faktor pembatas

Kelas kesesuaian	Jumlah faktor pembatas			
	Ringan	Sedang	Berat	Sangat berat
S1	0-1	0	0	0
S2	2-3	1/ yang setara	0	0
S3	>4	2-3/ yang setara	1/ yang setara	0
N1	-	-	2-3/ yang setara	1
N2	-	-	>4	>1

Tabel 5. Faktor pembatas dan status harkat hambatan dari faktor pembatas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman di lahan gambut

Faktor pembatas	Harkat hambatan				
	Tidak ada	Ringan	Sedang	Berat	Sangat berat
Jeluk (depth) lapisan pirit (cm)	>100	75-100	50-75	25-50	<25
Kesuburan lapisan gambut	Sedang (lempung .18%)	-	-	sangat rendah	sangat rendah
Muka air tanah					
-kondisi alami	-	-	30-60	0-30	-
-bila direklamasi	60-100	-	30-60	>100	-
Taraf kematangan	hemik-saprik	-	-	fibrik	-
Genangan banjir	tidak	jarang	sering	jarang	sering
- intensitas	sementar	sementar	lama	lama	permanen
-waktu	(<1 bulan)	(< 1bulan)	(> 1 bulan)	(> 3 bulan)	(> 6 bulan)
Tekstur lapisan mineral 50-100 cm	lempung halus/lempungan	-	-	pasiran/lempung kasar	
Ketebalan lapisan gambut (cm)	-	<50	50-100	.100	.300
Salinitas (dS/m)	< 1	-	-	1-4	.4

### Prosedur evaluasi lahan

Evaluasi lahan biasanya dilakukan setelah kegiatan identifikasi dan karakterisasi sumber daya lahan selesai, yang hasilnya berupa satuan peta tanah (SPT). Satuan peta tanah ini umumnya memberikan informasi tentang tanah, *landform*/fisiografi, bahan induk/litologi, bentuk wilayah, ketinggian tempat, penggunaan lahan, dan luasan. Setiap SPT ini dilengkapi dengan data pendukungnya baik berupa data hasil pengamatan lapangan maupun hasil analisis tanah di laboratorium. Karakteristik lahan yang dapat diamati langsung di lapangan diantaranya kemiringan lahan/lereng, kedalaman tanah, drainase, bahan kasar, genangan, batuan di permukaan, dan singkapan bantuan. Sebagai tambahan, karakteristik lahan gambut yang bisa ditentukan di lapangan adalah

kedalaman dan kematangan gambut, dan ada tidaknya pengkayaan atau sisipan bahan mineral. Sifat fisik kimia yang biasa digunakan untuk evaluasi lahan adalah tekstur, KTK, kejenuhan basa, pH, C-organik, salinitas, dan alkalinitas.

Evaluasi lahan pada prinsipnya dilakukan dengan *caramatching*, yaitu membandingkan antara sifat dan karakteristik tanah (biofisik) dengan persyaratan tumbuh tanaman, yang ditampilkan sebagai kriteria kesesuaian lahan (Tabel 6, contoh kriteria untuk kelapa sawit). Pada proses *matching* hukum minimum dipakai untuk menentukan faktor pembatas yang akan menentukan kelas dan sub-kelas kesesuaian lahannya.

Tabel 6. Kriteria kesesuaian lahan untuk kelapa sawit

Persyaratan/karakteristik lahan	Kelas kesesuaian lahan			
	S1	S2	S3	N
1. Suhu (tc) (°C)	25-28	22-25;28-32	20-22;32-35	<20;>35
2. Ketersediaan air (wa):				
- BK (< 60 mm/bulan)	<2	2-3	3-4	>4
- Curah hujan (mm)	1700-2.500	1450- 1700; 2500-3500	1250-1450; 3500-4000	< 1250;>4000
3. Ketersediaan oksigen (oa):				
- Drainase	Baik, sedang	Agak terhambat	Terhambat, Agak cepat	Sangat terhambat,cepat
4. Media perakaran (rc)				
- Tekstur	Halus,agak halus, sedang	-	Agak kasar	kasar
- Bahan kasar (%)	< 15	15 - 35	35 - 55	> 55
- Kedalaman tanah (cm)	> 100	75 - 100	50 - 75	< 50
5. Gambut:				
- Ketebalan (cm)	<60	60 - 140	140-300	>300
-Ketebalan jika ada sisipan bahan mineral/pengkayaan	< 140	140 – 200	200 - 400	>400
- Kematangan	Saprik +	saprik-hemik +	hemik-fibrik +	Fibrik
6. Retensi hara (nr):				
- KTK liat (cmol)	> 16	≤ 16	-	-
- Kejenuhan basa (%)	> 25	≤ 25	-	-
- pH H <sub>2</sub> O	4,5 - 6,5	<4,5, >6,5	-	-
- C-organik	> 1,5	≤ 1,5	-	-
7. Bahaya Sulfidik (xs):, cm				
- Kedalaman sulfidik Mineral	>125	100 – 125	80 – 100	< 80
-Kedalaman sulfidik gambut	>135	110 – 135	90 – 110	< 90
8. Bahaya erosi (eh):				
-Lereng (%)	< 8	8 - 15	15 – 30	> 30
9. Bahaya banjir (fh):				
-Genangan	F0	F1	F2	> F3
10. Penyiapan lahan (lp)				
- Batuan di permukaan (%)	< 5	5 - 15	15 - 40	> 40
- Singkapan batuan (%)	< 5	5 - 15	15 – 25	> 25

Sumber: Djaenudin *et al.* (2003)

Kriteria kesesuaian lahan tersebut biasa digunakan baik untuk lahan kering maupun lahan gambut. Untuk penilaian lahan gambut, tidak semua kualitas lahan dan karakteristik dapat digunakan. Hanya yang terkait dengan gambut dan pertumbuhan tanaman yang digunakan yaitu suhu, drainase, kematangan gambut, ketebalan gambut, ada tidaknya pengkayaan bahan mineral, dan kedalaman sulfidik.

### **Contoh evaluasi di lahan gambut**

Untuk memudahkan pengertian bagi pengguna, diberikan contoh cara mengevaluasi lahan untuk komoditas kelapa sawit di lahan gambut. Lahan gambut terletak di suatu hamparan yang mempunyai karakteristik lahan dan iklim berikut ini: datar, suhu 26 °C, curah hujan tahunan 2.800 mm, bulan kering (<60 mm) selama 2 bulan, drainase terhambat, ketebalan gambut 120 cm dengan sisipan bahan mineral, kematangan gambut hemik, kedalaman sulfidik 130 cm. Apabila musim hujan, terjadi genangan sedalam 40 cm selama 1 bulan.

Dengan data seperti tersebut di atas, bagaimana cara melakukan penilaian lahan, misalnya untuk kelapa sawit, apakah sesuai atau tidak?. Caranya adalah dengan mencocokkan antara kriteria kesesuaian lahan (Tabel 6) dengan karakteristik lahan yang kita punya. Untuk memudahkan pengguna lihat Tabel 7 yang menyajikan bagaimana caranya mencocokkan antara kriteria kesesuaian lahan dan data, baik untuk kesesuaian lahan aktual maupun potensial (setelah dilakukan perbaikan).

Hal serupa dapat dilakukan penilaian kesesuaian lahan untuk berbagai jenis komoditas. Kriteria kelas kesesuaian lahan untuk berbagai komoditas secara lengkap dapat dilihat di website: [www.bbsdpl.litbang.deptan.go.id](http://www.bbsdpl.litbang.deptan.go.id).

Dengan menggunakan hukum minimum, yang dipakai untuk menentukan faktor pembatas yang akan menentukan kelas dan sub-kelas kesesuaian lahannya, maka dari Tabel 7 terlihat bahwa hasil penilaian kesesuaian lahan aktual termasuk pada kelas sesuai marjinal (S3oa) dengan faktor pembatas utama drainase terhambat. Di lapangan, ada beberapa kualitas lahan yang bisa diperbaiki dengan usaha perbaikan, dan ada pula yang tidak bisa diperbaiki (alamiah). Faktor pembatas drainase dan genangan (bahaya banjir) dapat diperbaiki yaitu dengan pembuatan saluran drainase sesuai dengan kebutuhan, sehingga kelasnya bisa dinaikkan ke kelas terbaik yaitu dari S3 menjadi S2 atau dari S2 menjadi S1. Meskipun perbaikan saluran drainase dan genangan dapat dilakukan sehingga kelas kesesuaian lahan

menjadi S1, namun ada beberapa karakteristik lahan yang tidak bisa diperbaiki yaitu curah hujan dan jumlah bulan kering, serta kematangan gambut hemik, sehingga kelas kesesuaian potensialnya adalah S2wa/rc, dengan faktor pembatas ketersediaan air dan media perakaran.

Tabel 7. Penilaian kesesuaian lahan untuk kelapa sawit dengan mencocokkan antara kriteria dan data karakteristik lahan

Persyaratan/karakteristik lahan	Kelas kesesuaian lahan				
	Nilai data	Kelas kes lahan aktual	Usaha perbaikan	Kelas kes lahan potensial	
1. Suhu (tc) (°C)	26	S1	<b>S1</b>	S1	<b>S1</b>
2. Ketersediaan air (wa):			<b>S2</b>		<b>S2</b>
- BK (< 60 mm/bulan)	2	S2		S2	
- Curah hujan (mm)	2.800	S2		S2	
3. Ketersediaan oksigen (oa):			<b>S3</b>		<b>S1</b>
- Drainase	Terhambat	S3	Saluran drainase	S1	
4. Media perakaran (rc)			<b>S2</b>		<b>S2</b>
- Tekstur					
- Bahan kasar (%)					
- Kedalaman tanah (cm)					
5. Gambut:					
- Ketebalan (cm)					
-Ketebalan jika ada sisipan bahan mineral/pengkayaan	120	S1		S1	
- Kematangan	Hemik	S2		S2	
6. Retensi hara (nr):					
- KTK liat (cmol)					
- Kejenuhan basa (%)					
- pH H <sub>2</sub> O					
- C-organik					
7. Bahaya Sulfidik (xs):, cm			<b>S1</b>		<b>S1</b>
- Kedalaman sulfidik Mineral					
-Kedalaman sulfidik gambut	130	S1		S1	
8. Bahaya erosi (eh):			<b>S1</b>		<b>S1</b>
-Lereng (%)	< 8	S1		S1	
9. Bahaya banjir (fh):			<b>S2</b>		<b>S1</b>
-Genangan	F1	S2	Saluran drainase	S1	
10. Penyiapan lahan (lp)					
- Batuan di permukaan (%)					
- Singkapan batuan (%)					
Hasil Kesesuaian lahan			<b>S3</b>		<b>S2</b>

Keterangan: Kelas kesesuaian yang dicetak tebal adalah kesesuaian untuk kualitas lahan, sedang yang dicetak biasa adalah kelas kesesuaian untuk karakteristik pada setiap kualitas lahan

## ARAHAN PEMANFAATAN LAHAN GAMBUT UNTUK PERTANIAN

Sebagian lahan gambut tergolong sesuai untuk berbagai komoditas pertanian, baik tanaman pangan, hortikultura, maupun perkebunan. Sebagian

lainnya tergolong tidak sesuai, dengan faktor pembatas utama kematangan gambut yang masih mentah (fibrik), drainase sangat terhambat, bahaya banjir (tergenang), asam organik, kadar hara, dan lingkungan perakaran. Permentan No.14/2009 berisi tentang Pedum Pemanfaatan Lahan Gambut untuk Perkebunan Kelapa Sawit, yang membatasi pemanfaatan lahan gambut >3 m. Meskipun secara fisik lahan tersebut sesuai untuk pengembangan kelapa sawit, namun berdasarkan Permentan tersebut maka lahan gambut > 3m tidak bisa dibuka lagi untuk pengembangan kelapa sawit. Hal ini bertujuan untuk mempertahankan fungsi hidrologis dan untuk menyelamatkan kawasan konservasi/lindung. Oleh karena itu, sebaiknya kawasan kubah gambut (*dome*) dengan ketebalan >3 m dipertahankan sebagai hutan alami, meskipun kematangannya saprik dan mempunyai substratum liat yang cocok untuk pengembangan pertanian.

Jadi, pengembangan pertanian diarahkan untuk kawasan gambut yang kurang dari 3 m. Meskipun kenyataannya di lapangan, saat ini banyak tanaman yang tumbuh dan berkembang baik pada gambut dalam yang mempunyai kematangan saprik dan hemik, dan sebagian mengalami pengkayaan bahan mineral dari limpasan air pasang atau sungai. Memang dari segi biofisik dan kimia lahan gambut dengan kematangan saprik dan hemik tersebut cukup sesuai untuk pengembangan berbagai komoditas pertanian, baik untuk tanaman pangan, hortikultura (sayuran dan buah), maupun tanaman tahunan. Sebagai ilustrasi, dapat dilihat bagaimana pengembangan tanaman pangan dan hortikultura sayuran dapat tumbuh dan berkembang, bahkan diusahakan dengan sangat intensif, sehingga secara ekonomis sangat menguntungkan masyarakat di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat (Gambar 10 dan 11).

Berdasarkan ilustrasi dari Gambar 10 dan 11, dengan pengelolaan lahan yang baik antara lain pembuatan saluran drainase, pemupukan, pengolahan tanah, didukung oleh karakteristik kimia dan fisik lahan yang memadai (hemik dan saprik dan adanya pengkayaan bahan mineral), atau dengan menggunakan tambahan abu dari kotoran ternak (kearifan lokal), lahan gambut dapat dimanfaatkan secara intensif dan dapat memberikan keuntungan yang memadai. Hasil kajian di Desa Kelampangan, Kecamatan Sebangau, Palangkaraya menunjukkan bahwa dengan luas garapan rata-rata sekitar 1,5 ha dengan tanaman jagung manis dan sayuran sepanjang tahun, dapat menghasilkan pendapatan sekitar 42 juta rupiah/KK/tahun.



Gambar 10. Pemanfaatan lahan gambut untuk sayuran, ubi jalar, lidah buaya dan pepaya di Kalimantan Barat



Gambar 11. Pemanfaatan lahan gambut untuk tanaman pangan dan sayuran di Kalimantan Tengah



Untuk komoditas pertanian tanaman pangan seperti palawija, sayuran, dan buah-buahan semusim, serta tanaman tahunan/perkebunan/hortikultura, gambut yang paling cocok adalah gambut dangkal dengan ketebalan < 60 cm dan kematangan gambut saprik atau kedalaman <140 cm jika ada sisipan/pengkayaan bahan mineral. Tanaman yang umum diusahakan dan kesesuaian lahannya cocok dikembangkan adalah padi sawah, padi gogo, jagung, ubikayu, ubi jalar, sayuran (kangkung, bayam, kemangi, pakcoy, caisin, terung, cabai merah, kacang panjang, dan lainnya), buah-buahan seperti lidah buaya, pepaya, semangka, melon, dan nanas. Sedangkan tanaman tahunan/perkebunan yang sesuai di lahan gambut adalah kelapa sawit dan karet. Kelapa dan kopi sesuai juga di lahan gambut, namun di lapangan pada umumnya ditanam di sekitar pekarangan. Kelapa sawit umumnya merupakan perkebunan besar swasta (Gambar 12), dan sebagian kecil berupa perkebunan rakyat. Tanaman tahunan hortikultura buah yang banyak diusahakan adalah pisang, jeruk, mangga, nangka, cempedak, rambutan, dan sebagainya.



Gambar 12. Pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit (kiri) dan karet (kanan)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. dan I G.M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah. Badan Litbang Pertanian. World Agroforestry Centre. Bogor BBSDLP.2008. Laporan Tahunan 2008, Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Barchia, M.F. 2002. Emisi Karbon dan Produktivitas Tanah pada Lahan Gambut yang Diperkaya Bahan Mineral Berkadar Besi Tinggi pada Sistem Olah Tanah yang Berbeda. Disertasi S3, Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor.



- Djaenudin, D, Marwan H., H. Subagyo, dan A. Hidayat. 2003. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian. Balai Penelitian Tanah, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian.
- FAO. 1979. A Land Capability Appraisal Indonesia. Interm Report. United Nations Development Program, FAO. Rome.
- Noor, M. 2001. Pertanian Lahan Gambut. Potensi dan Kendala. Kanisius. Yogyakarta. 174 hlm.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2000. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. hlm. 21-65 *dalam* Buku Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Wahyunto, A. Hidayat, dan A. Iskandar. 2010. Karakteristik lahan gambut di lokasi demplot ICCTF Provinsi Riau, Jambi, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Wahyunto, Suparto, Bambang H., dan H. Bhekti. 2006. Sebaran Lahan Gambut Luas dan Cadangan Karbon Bawah Permukaan di Papua. Wetlands International. Indonesian Programme, Bogor
- Wahyunto, S. Ritung, Suparto, dan Subagjo. 2005. Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan. Wetland Int – Indonesian Programme & Wildlife Habitat Canada. Bogor. Indonesia. 254 hlm.



## SIFAT KIMIA DAN FISIK TANAH GAMBUT

*Wiwik Hartatik, I GM. Subiksa, dan Ai Dariah*

Sifat kimia dan fisika tanah gambut merupakan sifat-sifat tanah gambut yang penting diperhatikan dalam pengelolaan lahan gambut. Sifat kimia seperti pH, kadar abu, kadar N, P, K, kejenuhan basa (KB), dan hara mikro merupakan informasi yang perlu diperhatikan dalam pemupukan di tanah gambut.

Sifat fisika gambut yang spesifik yaitu berat isi (*bulk density*) yang rendah berimplikasi terhadap daya menahan beban tanaman yang rendah. Selain itu agar tanah gambut dapat dipergunakan dalam jangka waktu yang lama, maka laju subsiden (penurunan permukaan tanah) dan sifat mengering tidak balik (*irreversible drying*) perlu dikendalikan agar gambut tidak cepat habis.

### **Sifat kimia tanah gambut**

Tanah gambut terbentuk dari timbunan bahan organik, sehingga kandungan karbon pada tanah gambut sangat besar. Fraksi organik tanah gambut di Indonesia lebih dari 95%, kurang dari 5% sisanya adalah fraksi anorganik. Fraksi organik terdiri atas senyawa-senyawa humat sekitar 10 hingga 20%, sebagian besar terdiri atas senyawa-senyawa non-humat yang meliputi senyawa lignin, selulosa, hemiselulosa, lilin, tannin, resin, suberin, dan sejumlah kecil protein. Sedangkan senyawa-senyawa humat terdiri atas asam humat, himatomelanat dan humin (Stevenson, 1994; Tan, 1993).

Karakteristik kimia tanah gambut di Indonesia sangat beragam dan ditentukan oleh kandungan mineral, ketebalan, jenis tanaman penyusun gambut, jenis mineral pada substratum (di dasar gambut), dan tingkat dekomposisi gambut. Polak (1975) mengemukakan bahwa gambut yang ada di Sumatera dan Kalimantan umumnya didominasi oleh bahan kayu-kayuan. Oleh karena itu komposisi bahan organiknya sebagian besar adalah lignin yang umumnya melebihi 60% dari bahan kering, sedangkan kandungan komponen lainnya seperti selulosa, hemiselulosa, dan protein umumnya tidak melebihi 11% (Tabel 8).

### **Kemasaman tanah**

Tanah gambut umumnya mempunyai tingkat kemasaman yang relatif tinggi dengan kisaran pH 3 - 4. Gambut oligotropik yang memiliki *substratum* pasir kuarsa di Berengbengkel, Kalimantan Tengah memiliki kisaran pH 3,25 –

3,75 (Halim, 1987; Salampak, 1999). Sementara itu gambut di sekitar Air Sugihan Kiri, Sumatera Selatan memiliki kisaran pH yang lebih tinggi yaitu 4,1-4,3 (Hartatik *et al.*, 2004).

Tabel 8. Komposisi gambut tropika tipe sangat masam (Hardon dan Polak, 1941 *dalam* Polak, 1975)

Komponen gambut Larut dalam:	Asal gambut	
	Sumatera	Kalimantan
	% bahan kering	
Eter	4,67	2,50
Alkohol	4,75	6,65
Air	1,87	0,87
Hemiselulosa	1,95	1,95
Selulosa	10,61	3,61
Lignin	63,99	73,67
Protein	4,41	3,85

Tanah gambut di Indonesia sebagian besar bereaksi masam hingga sangat masam dengan pH <4,0. Tingkat kemasaman tanah gambut berhubungan erat dengan kandungan asam-asam organik, yaitu asam humat dan asam fulvat (Andriessse, 1974; Miller dan Donahue, 1990). Bahan organik yang telah mengalami dekomposisi mempunyai gugus reaktif karboksil dan fenol yang bersifat sebagai asam lemah. Diperkirakan 85-95% sumber kemasaman tanah gambut disebabkan karena kedua gugus karboksil dan fenol tersebut. Kemasaman tanah gambut cenderung menurun seiring dengan kedalaman gambut. Pada lapisan atas pada gambut dangkal cenderung mempunyai pH lebih tinggi dari gambut tebal (Suhardjo dan Widjaja-Adhi, 1976). Pengapuran tanah gambut dengan tujuan meningkatkan pH tidak terlalu efektif, karena kadar Al gambut yang rendah. Umumnya pH gambut pantai lebih tinggi dan tanahnya lebih subur dibandingkan dengan gambut pedalaman karena adanya pengayaan basa-basa dari air pasang surut.

#### **Asam-asam fenolat**

Tanahgambut di Indonesia umumnya terbentuk dari kayu-kayuan yang mempunyai kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah-tanah gambut yang berada di daerah beriklim sedang (Driessen dan Suhardjo, 1976; Driessen, 1978). Dekomposisi tanah gambut kayu-kayuan kaya lignin dalam keadaan anaerob selain menghasilkan asam-asam alifatik juga menghasilkan asam-asam fenolat. Sebagian besar dari asam-asam ini bersifat

racun bagi tanaman (Kononova, 1968; Tsutsuki dan Ponnampereuma, 1987, Tsutsuki dan Kondo, 1995). Beberapa jenis asam fenolat yang umum dijumpai dalam tanah adalah asam vanilat, *p*-kumarat, *p*-hidroksibenzoat, salisilat, galat, sinapat, gentisat, dan asam syringat (Tsutsuki, 1984). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa asam-asam fenolat bersifat fitotoksik bagi tanaman dan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Driessen, 1978; Stevenson, 1994; Tsutsuki, 1984). Asam-asam fenolat tersebut berpengaruh menghambat perkembangan akar tanaman dan penyediaan hara di dalam tanah.

Hartley dan Whitehead (1984), mengemukakan bahwa asam-asam fenolat pada konsentrasi 250  $\mu\text{M}$  menurunkan sangat nyata serapan kalium oleh tanaman barley. Asam salisilat dan ferulat menyebabkan terhambatnya serapan kalium dan fosfor oleh tanaman gandum, serta asam ferulat pada konsentrasi 500-1.000  $\mu\text{M}$  menurunkan serapan fosfor pada tanaman kedelai. Konsentrasi asam fenolat sebesar 0,6-3,0  $\mu\text{M}$  dapat menghambat pertumbuhan akar padi sampai 50%, sedangkan pada konsentrasi 0,001 hingga 0,1  $\mu\text{M}$  dapat mengganggu pertumbuhan beberapa tanaman (Takijima 1960, *dalam* Tsutsuki, 1984). Pengaruh asam *p*-hidroksibenzoat yang diberikan terus-menerus sampai panen dengan konsentrasi  $>0,1 \mu\text{M}$  menurunkan bobot kering tanaman bagian atas dan biji pada saat panen (Tadano *et al.*, 1992). Wang *et al.* (1967) mendapatkan pada konsentrasi asam *p*-hidroksibenzoat sebesar 7-70  $\mu\text{M}$  dapat menekan pertumbuhan tanaman jagung, gandum, dan kacang-kacangan. Sedangkan pada konsentrasi 180  $\mu\text{M}$  tidak berpengaruh terhadap tanaman tebu, tetapi pada konsentrasi asam *p*-hidroksibenzoat 360  $\mu\text{M}$  berpengaruh terhadap pertumbuhan akar tanaman tebu.

### ***Kandungan basa-basa***

Gambut oligotropik, seperti banyak ditemukan di Kalimantan, mempunyai kandungan kation basa seperti Ca, Mg, K, dan Na sangat rendah terutama pada gambut tebal. Semakin tebal gambut, basa-basa yang dikandungnya semakin rendah dan reaksi tanah menjadi semakin masam (Driessen dan Suhardjo, 1976). Semakin tebal gambut, kandungan abu semakin rendah, kandungan Ca dan Mg menurun dan reaksi tanah menjadi lebih masam (Driessen dan Soeprathardjo, 1974). Kandungan basa-basa yang rendah disertai dengan nilai kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggimenyebabkan ketersediaan basa-basa menjadi rendah. Rendahnya kandungan basa-basa pada gambut pedalaman berhubungan erat dengan proses pembentukannya yang lebih banyak dipengaruhi oleh air hujan

(Leiwakabessy, 1978). Kejenuhan basa (KB) tanah gambut pedalaman pada umumnya sangat rendah. Tanah gambut pedalaman Berengbengel Kalimantan Tengah mempunyai nilai KB <100% (Tim Institut Pertanian Bogor, 1974), demikian juga nilai KB tanah gambut dataran rendah Riau (Suhardjo dan Widjaja-Adhi, 1976).

### **Kapasitas tukar kation**

Nilai kapasitas tukar kation tanah gambut umumnya sangat tinggi (90-200 cmol(+)kg<sup>-1</sup>). Hal ini disebabkan oleh muatan negatif bergantung pH yang sebagian besar dari gugus karboksil dan gugus hidroksil dari fenol (Driessen dan Soeprahardjo, 1974). Menurut Andriessse (1974) dan Driessen (1978), kapasitas tukar kation tanah gambut ombrogen di Indonesia sebagian besar ditentukan oleh fraksi lignin dan senyawa humat (Tabel 9). Tanah gambut di Indonesia, terutama tanah gambut ombrogen mempunyai komposisi vegetasi penyusun gambut didominasi dari bahan kayu-kayuan. Bahan kayu-kayuan umumnya banyak mengandung senyawa lignin yang dalam proses degradasinya akan menghasilkan asam-asam fenolat (Stevenson, 1994).

Tabel 9. Komposisi gambut ombrogen di Indonesia dan kapasitas tukar kation (Driessen, 1978)

Komposisi	Bobot	KTK
	%	me 100g <sup>-1</sup>
Lignin	64-74	150-180
Senyawa humik	10-20	40-80
Selulosa	0,2-10	7
Hemiselulosa	1-2	1-2
Lainnya	<5	-
Bahan organik gambut	100	190-270

Tanah gambut pedalaman di Kelampangan, Kalimantan Tengah mempunyai nilai KB < 10%, demikian juga gambut di Pantai Timur Riau (Suhardjo dan Widjaja-Adhi, 1976). Muatan negatif (yang menentukan KTK) pada tanah gambut seluruhnya adalah muatan tergantung pH (*pH dependent charge*), dimana KTK akan naik bila pH gambut ditingkatkan. Muatan negatif yang terbentuk adalah hasil disosiasi hidroksil pada gugus karboksilat atau fenol. Oleh karena itu penetapan KTK menggunakan pengekstrak amonium acetat pH 7 akan menghasilkan nilai KTK yang tinggi, sedangkan penetapan KTK dengan pengekstrak amonium klorida (pada pH aktual) akan menghasilkan nilai yang lebih rendah. KTK tinggi menunjukkan kapasitas jerapan (*sorption capacity*)

gambut tinggi, namun kekuatan jerapan (*sorption power*) lemah, sehingga kation-kation K, Ca, Mg, dan Na yang tidak membentuk ikatan koordinasi akan mudah tercuci.

Secara alamiah tanah gambut memiliki tingkat kesuburan rendah, karena kandungan unsur haranya rendah dan mengandung beragam asam-asam organik yang sebagian bersifat racun bagi tanaman. Namun demikian asam-asam tersebut merupakan bagian aktif dari tanah, yang menentukan kemampuan gambut untuk menahan unsur hara. Karakteristik dari asam-asam organik ini akan menentukan sifat kimia gambut. Untuk mengurangi pengaruh buruk asam-asam organik yang beracun, dapat dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan yang banyak mengandung kation polivalen seperti Fe, Al, Cu, dan Zn. Kation-kation tersebut membentuk ikatan koordinasi dengan ligan organik membentuk senyawa kompleks/khelat. Oleh karena itu bahan-bahan yang mengandung kation polivalen tersebut bisa dimanfaatkan sebagai bahan amelioran gambut (Sabiham *et al.*, 1997; Saragih, 1996).

### **Status hara**

Secara alami status hara tanah gambut tergolong rendah, baik hara makro maupun mikro. Kandungan unsur hara gambut sangat ditentukan oleh lingkungan pembentukannya. Gambut yang terbentuk dekat pantai pada umumnya gambut topogen yang lebih subur, dibandingkan gambut pedalaman yang umumnya tergolong ombrogen. Tingkat kesuburan tanah gambut tergantung pada beberapa faktor: (a) ketebalan lapisan tanah gambut dan tingkat dekomposisi; (b) komposisi tanaman penyusunan gambut; dan (c) tanah mineral yang berada dibawah lapisan tanah gambut (Andriesse, 1974). Polak (1949) menggolongkan gambut kedalam tiga tingkat kesuburan yang didasarkan pada kandungan  $P_2O_5$ , CaO,  $K_2O$ , dan kadar abunya, yaitu: (1) gambut eutrofik dengan tingkat kesuburan yang tinggi; (2) gambut mesotrofik dengan tingkat kesuburan yang sedang; dan (3) gambut oligotrofik dengan tingkat kesuburan yang rendah (Tabel 10).

Tabel 10. Kandungan hara pada tiga tingkat kesuburan gambut

Tingkat kesuburan	Kandungan ( % bobot kering gambut)			
	$P_2O_5$	CaO	$K_2O$	Abu
Eutrofik	> 0,25	> 4,0	> 0,10	> 0,25
Mesotrofik	0,20-0,25	1-4,0	0,10	0,20 – 0,25
Oligotrofik	0,05-0,20	0,25-1	0,03-0,1	0,05 – 0,20

Gambut di Indonesia umumnya merupakan gambut ombrogen, terutama gambut pedalaman yang terdiri atas gambut tebal dan miskin unsur hara, digolongkan ke dalam tingkat oligotrofik (Radjaguguk, 1997). Sedangkan pada gambut pantai pada umumnya tergolong gambut topogen dengan status eutrofik yang kaya akan basa-basa, karena adanya sumbangan Ca, Mg, dan K dari air pasang surut.

Beberapa sifat kimia tanah gambut lain yang berpengaruh terhadap dinamika hara dan penyediaan hara bagi tanaman yaitu: kemasaman tanah, kapasitas tukar kation dan basa-basa dapat ditukar, fosfor, unsur mikro, komposisi kimia dan asam fenolat gambut.

### ***Nitrogen***

Ketersediaan N bagi tanaman pada tanah gambut umumnya rendah, walaupun analisis N total umumnya relatif tinggi karena berasal dari N-organik. Perbandingan kandungan C dan N tanah gambut relatif tinggi, umumnya berkisar 20-45 dan meningkat dengan semakin meningkatnya kedalaman (Radjaguguk, 1997). Oleh karena itu untuk mencukupi kebutuhan N tanaman yang optimum diperlukan pemupukan N.

### ***Fosfor***

Unsur fosfor (P) pada tanah gambut sebagian besar dijumpai dalam bentuk P-organik, yang selanjutnya akan mengalami proses mineralisasi menjadi P-anorganik oleh jasad mikro. Sebagian besar senyawa P-organik berada dalam bentuk ester ortofosfat, sebagian lagi dalam bentuk mono dan diester. Ester yang telah diidentifikasi terdiri atas inositol fosfat, fosfolipid, asam nukleat, nukleotida, dan gula fosfat. Ketiga senyawa pertama bersifat dominan.

Fraksi P-organik diperkirakan mengandung 2,0% P sebagai asam nukleat, 1,0% sebagai fosfolipid, 35% inositol fosfat, dan sisanya belum teridentifikasi. Di dalam tanah, pelepasan inositol fosfat sangat lambat dibandingkan ester lainnya, sehingga senyawa ini banyak terakumulasi, dan kadarnya didalam tanah menempati lebih dari setengah P-organik atau kira-kira seperempat total P tanah. Senyawa inositol heksafosfat dapat bereaksi dengan Fe atau Al membentuk garam yang sukar larut, demikian juga terhadap Ca. Dalam keadaan demikian, garam ini sukar didegradasi oleh mikroorganisme (Stevenson, 1984).

Penelitian pada tanah Histosol yang tidak diusahakan, dan didrainase, yang mengandung bahan mineral yang tinggi termasuk besi feri ( $Fe^{3+}$ ) dan Ca

yang tinggi, akan menurunkan mobilitas dan degradasi fosfat. Dari total P fraksi terbesar yaitu fraksi P-organik tidak labil dan yang resisten. Asam fulvat berasosiasi dengan P sebesar 12% dari total P. Fosfat residu berturut-turut sebesar 13; 29; dan 8% dari total P tanah pada Histosol yang diusahakan, tidak diusahakan, dan yang digenangi (Ivanoff *et al.*, 1998).

### **Unsur mikro**

Tanah gambut juga mengandung unsur mikro yang sangat rendah dan diikat cukup kuat (khelat) oleh bahan organik sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Selain itu adanya kondisi reduksi yang kuat menyebabkan unsur mikro direduksi ke bentuk yang tidak dapat diserap tanaman. Unsur mikro juga diikat kuat oleh ligan organik membentuk khelat sehingga mengakibatkan unsur mikro menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Gejala defisiensi unsur mikro sering tampak jelas pada gambut ombrogen seperti tanaman padi dan kacang tanah yang steril. Menurut Driessen (1978) kandungan unsur mikro tanah gambut pada lapisan bawah umumnya lebih rendah dibandingkan lapisan atas. Namun dapat juga kandungan unsur mikro pada lapisan bawah dapat lebih tinggi apabila terjadi pencampuran dengan bahan tanah mineral yang ada di lapisan bawah gambut tersebut. Tanah gambut menyerap Cu cukup kuat, sehingga hara Cu tidak tersedia bagi tanaman, menyebabkan gejala gabah hampa pada tanaman padi. Kandungan unsur mikro pada tanah gambut dapat ditingkatkan dengan menambahkan tanah mineral atau menambahkan pupuk mikro.

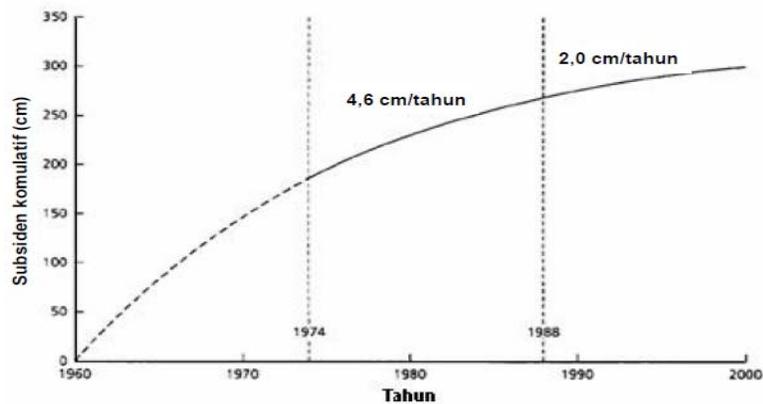
### **Sifat fisik tanah gambut**

Sifat fisik tanah gambut yang penting dalam pemanfaatannya untuk pertanian meliputi kadar air, berat isi (*bulk density*, BD), daya menahan beban (*bearing capacity*), subsiden (penurunan permukaan), dan mengering tidak balik (*irreversible drying*). Kadar air tanah gambut berkisar 100 – 1.300% dari berat keringnya (Mutalib *et al.*, 1991). Artinya bahwa gambut mampu menyerap air sampai 13 kali bobotnya, sehingga gambut dikatakan bersifat hidrofilik. Kadar air yang tinggi menyebabkan BD menjadi rendah, gambut menjadi lembek dan daya menahan bebannya rendah (Nugroho *et al.*, 1997; Widjaja-Adhi, 1988). Berat isi (BD) tanah gambut lapisan atas bervariasi antara 0,1-0,2 g cm<sup>-3</sup> tergantung pada tingkat dekomposisinya. Gambut fibrik yang umumnya berada di lapisan bawah memiliki BD < dari 0,1 g cm<sup>-3</sup>, tapi gambut pantai dan gambut di jalur aliran sungai bisa memiliki BD > 0,2 g cm<sup>-3</sup> (Tie and Lim, 1991), karena adanya pengaruh tanah mineral. Volume gambut akan menyusut bila lahan gambut didrainase, sehingga terjadi penurunan permukaan tanah

(subsiden). Selain karena pemadatan gambut, subsiden juga terjadi karena adanya proses dekomposisi dan erosi. Dalam 2 tahun pertama setelah gambut didrainase, laju subsiden bisa mencapai  $50 \text{ cm tahun}^{-1}$ . Pada tahun berikutnya laju subsiden sekitar  $2 - 6 \text{ cm tahun}^{-1}$  tergantung kematangan gambut dan kedalaman saluran drainase. Adanya subsiden bisa dilihat dari akar tanaman yang menggantung (Gambar 13).



Gambar 13. Akar pohon menggantung dan tanaman yang roboh di lahan gambut



Gambar 14. Subsiden gambut yang didrainase dari studi kasus di Sarawak, Malaysia. Tahun 1960 adalah tahun dimulainya drainase (Wösten *et al.*,

Rendahnya BD gambut menyebabkan daya menahan atau menyangga beban (*bearing capacity*) menjadi sangat rendah. Hal ini menyulitkan beroperasinya peralatan mekanisasi karena tanahnya yang empuk. Gambut juga tidak bisa menahan pokok tanaman tahunan untuk berdiri tegak. Tanaman

perkebunan seperti karet, kelapa sawit atau kelapa seringkali doyong atau bahkan roboh (Gambar 13). Kadang-kadang pertumbuhan seperti ini dianggap menguntungkan karena memudahkan bagi petani untuk memanen sawit. Sifat fisik tanah gambut lainnya adalah sifat mengering tidak balik, yaitu apabila gambut mengering dengan kadar air <100% (berdasarkan berat kering), tidak bisa menyerap air lagi kalau dibasahi, atau bersifat hidrofobik. Gambut yang mengering ini sifatnya sama dengan kayu kering dan kehilangan fungsinya sebagai tanah. Gambut kering juga mudah hanyut dibawa aliran air dan mudah terbakar dalam keadaan kering (Widjaja-Adhi, 1988). Gambut yang terbakar menghasilkan energi panas yang lebih besar dari kayu/arang terbakar. Gambut yang terbakar juga sulit dipadamkan dan apinya bisa merambat di bawah permukaan sehingga kebakaran lahan bisa meluas tidak terkendali.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andriessse, J.P. 1974. Tropical Peats in South East Asia. Dept. of Agric. Res. Of the Royal Trop. Inst. Comm. Amsterdam 63 p.
- Driessen, P.M. 1978. Peat soils. pp. 763-779. *In*: IRRI. Soil and rice. IRRI. Los Banos. Philippines.
- Driessen, P.M. and Soeprattohardjo 1974. Organic soil. *In*: Soil for Agricultural expansion in Indonesia. ATA 106 Buletin. Soil Reseach Institute Bogor.
- Driessen, P.M. and H. Suhardjo. 1976. On the defective grain formation of sawah rice on peat. Soil Res. Inst. Bull. 3: 20 – 44. Bogor.
- Halim, A. 1987. Pengaruh Pencampuran Tanah Mineral dan Basa dengan Tanah Gambut Pedalaman Kalimantan Tengah dalam Budidaya Tanaman Kedelai. Disertasi Fakultas Pascasarjana, IPB. Bogor. 322 hlm.
- Hartatik, W., K. Idris, S. Sabiham, S. Djuniwati, dan J.S. Adiningsih. 2004. Pengaruh pemberian fosfat alam dan SP-36 pada tanah gambut yang diberi bahan amelioran tanah mineral terhadap serapan P dan efisiensi pemupukan P. *dalam* Prosiding Kongres Nasional VIII HITI. Universitas Andalas. Padang.
- Hartley, R.D. and D C. Whitehead. 1984. Phenolic acids in soil and their influence of plant growth and soil microbial processes. pp. 109-149. *In* D. Vaughan and R.E. Malcolm (Eds). Soil Organic Matter and Biological Activity. Martinus Nijhoff, DR W. Junk Publisher. Lancaster.

- Ivanoff, D.B., K.R. Reddy, and S. Robinson. 1998. Chemical fractionation of organik phosphorus in selected Histosols. *J. Soil Sci.* 163(1):36-45.
- Kononova.M.M. 1968.Transformation of organic matter and their relation to soil fertility.*Sov.Soil. Sci.* 8:1.047-1.056.
- Leiwakabessy, F.M. 1978. Sifat lahan yang tersedia pada daerah transmigrasi.Seminar Pemantapan Usaha-usaha Pembangunan di Daerah Transmigrasi oleh JTKI-PPSM.
- Miller, M.H. and R.L. Donahue. 1990. *Soils. An Introduction to Soils and Plant Growth.*Prentice Hall Englewood Cliffs. New Jersey. 768p.
- Mutalib, A, Aa, J.S. Lim, M.H. Wong and L. Koonvai, 1991. Characterization distribution and utilization of peat in Malaysia.*Proc. International Sysposium on Tropical Peatland.*6-10 May 1991, Kuching, Serawak, Malaysia.
- Nugroho, K., G. Gianinazzi and IPG.Widjaja-Adhi. 1997. Soil hydraulic properties of Indonesia peat. pp. 147 – 156 *In*Rieley and page (*Eds.*) *Biodiversity and Sustainability of tropical Peat and Peatland.*Samara Publishing Ltd. Cordigan. UK.
- Polak, B. 1949. The Rawa Lakbok ( South Priangan, Java ). Investigation into the Composition of anEutrophic Topogenous bog. *Cont. Gen. Agr. Res.* Sta. No. 8, Bogor, Indonesia.
- Polak, B. 1975.Character and occurrence of peat deposits in the Malaysian tropics.*In* G.J. Barstra, and W.A. Casparie (*Eds.*).*Modern Quaternary Research in Southeast Asia.* Balkema, Rotterdam.
- Radjagukguk, B. 1997. Peat soil of Indonesia: Location, classification, and problems for sustainability.pp. 45-54. *In* J.O. Rieley and S.E. Page (*Eds.*).*Biodiversity and Sustainability of Tropical Peat and Peatland.* Proceedings of the International Symposium on Biodiversity, Environmental Importance and Sustainability of Tropical Peat and Peatlands, Palangkaraya, Central Kalimantan 4-8 September 1999. Samara Publishing Ltd. Cardigan. UK.
- Salampak, 1999.Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi. Disertasi Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

- Saragih, E.S. 1996. Pengendalian Asam-Asam Organik Meracun dengan Penambahan Fe (III) pada Tanah Gambut Jambi, Sumatera. Tesis S2. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Stevenson, F.J. 1994. Humus Chemistry. Genesis, Composition, and Reactions. John Wiley and Sons. Inc. New York. 443 p.
- Subiksa, I G.M., Sulaeman, dan I P.G. Widjaja-Adhi. 1998. Perbandingan pengaruh bahan amelioran untuk meningkatkan produktivitas lahan gambut. *Dalam* Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor, 10-12 Februari 1998.
- Suhardjo, H. and I P.G. Widjaja-Adhi. 1976. Chemical characteristics of the upper 30 cms of peat soils from Riau. ATA 106. Bull. 3: 74-92. Soil Res. Inst. Bogor.
- Sabihan, S., T.B. Prasetyo, dan S. Dohong. 1997. Phenolic acid in Indonesia peat. pp. 289-292. *In* Rieley and Page (Eds.). Biodiversity and Sustainability of Tropical Peat and Peatland Samara Publishing Ltd. Cardigan UK.
- Tadano, T., K. Yonebayashi, and N. Saito. 1992 Effect of phenolic acids on the growth and occurrence of sterility in crop plants. pp. 358-369. *In* K. Kyuma, P. Vijarnsorn, and A. Zakaria (Eds.). Coastal Lowland Ecosystems in Southern Thailand and Malaysia. Showado-printing Co. Skyoku. Kyoto.
- Tan. 1993. Principles of Soil Chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York. 362pp.
- Tie, Y.L. and J.S. Lim. 1991. Characteristics and classification of organic soil in Malaysia. Proc. International Symposium on Tropical Peatland. 6 – 10 May 1991, Kuching, Serawak, Malaysia.
- Tim Institut Pertanian Bogor, 1974. Laporan Survei Produktivitas Tanah dan Pengembangan Pertanian Daerah Palangkaraya, Kalimantan Tengah. Bogor.
- Tsutsuki, K. 1984. Volatile products and low-molecular-weight products of the anaerobic decomposition of organic matter. Inter. Rice Res. inst, Soil Organic Matter. pp. 329-343.
- Tsutsuki, K. and F.N. Ponnamperna. 1987. Behavior of anaerobic decomposition products in submerged soils. Soil Sci. and Plant Nutr. 3(1):13-33.

- Tsutsuki, K. and R. Kondo. 1995. Lignin-derived phenolic compounds in different types of peat profiles in Hokkaido. Japan. Soil Sci. and Plant Nutr. 41(3): 515-527.
- Wosten, J.H.M., Ismail, A.B., and van Wijk, A.L.M. 1997. Peat Subsidence and its practical implications: a case study in Malaysia. Geoderma 78: 25-36.
- Wang, T.S.C., T.T. Yang, and T.T. Chang. 1967. Soil phenolic acids as plant growth inhibitors. Soil Sci. 103:239 –246.
- Widjaja-Adhi, I P.G. 1988.Physical and chemical characteristic of peat soil of Indonesia.IARD J. 10:59-64.

## SIMPANAN KARBON DAN EMISI CO<sub>2</sub> LAHAN GAMBUT

*Ai Dariah, Erni Susanti, dan Fahmuddin Agus*

Tanah gambut menyimpan C yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tanah mineral. Setiap satu gram gambut kering menyimpan sekitar 180-600 mg karbon, sedangkan setiap satu gram tanah mineral hanya mengandung 5-80 mg karbon. Di daerah tropika, karbon yang disimpan oleh tanah dan tanaman pada lahan gambut bisa 10 kali karbon yang disimpan oleh tanah dan tanaman pada tanah mineral (Agus dan Subiksa, 2008).

Lahan gambut hanya meliputi 3% dari total luas daratan dunia, namun menyimpan 550 Gigaton C atau setara dengan 30% karbon tanah, 75% C dari seluruh C atmosfer, setara dengan seluruh C yang dikandung biomassa (masa total makhluk hidup) daratan, dan setara dengan dua kali simpanan C semua hutan di seluruh dunia (Joosten, 2007). Luas lahan gambut di Indonesia meliputi 10% dari total luas daratannya atau sekitar 20 juta ha (Rieley, 1996). Jaenicke *et al.* (2008) memperkirakan karbon yang tersimpan pada lahan gambut di Indonesia sekitar 55 Gigaton.

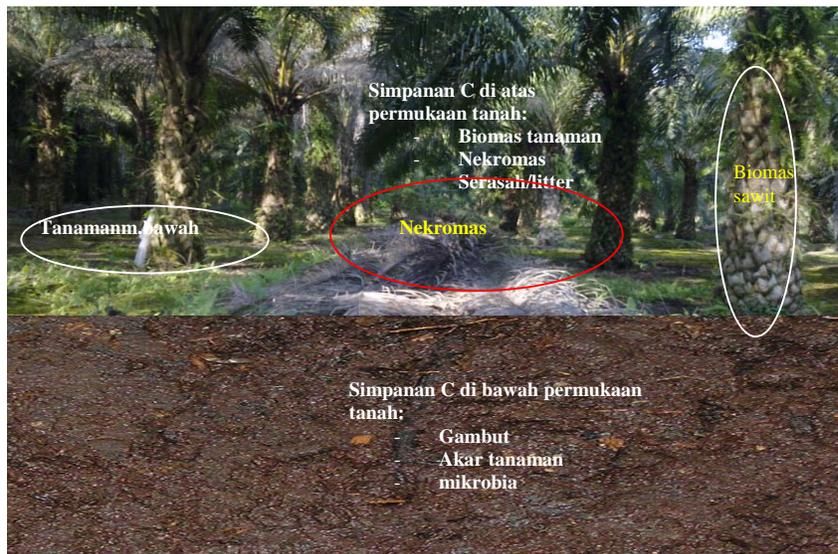
Dalam kondisi alami simpanan karbon pada lahan gambut relatif stabil. Ketebalan gambut bisa bertambah sampai 3 mm tahun<sup>-1</sup> (Parish *et al.*, 2007). Namun jika kondisi alami tersebut terganggu, maka akan terjadi percepatan proses pelapukan (dekomposisi), sehingga karbon yang tersimpan di dalam lahan gambut akan teremisikan membentuk gas rumah kaca (GRK) terutama gas CO<sub>2</sub>, sebagai dampak dari dilakukannya proses drainase yang selalu menyertai proses penggunaan lahan gambut.

Adanya ancaman terhadap kelestarian simpanan C, gambut mempunyai arti penting sehubungan dengan isu pemanasan global. Indonesia dituding sebagai salah satu negara penyumbang emisi CO<sub>2</sub> terbesar karena pembukaan dan perluasan penggunaan lahan gambut yang dinilai intensif selama beberapa tahun terakhir ini. Berdasarkan data yang dikeluarkan BAPPENAS (2009), diperkirakan rata-rata emisi tahunan dari lahan gambut di Indonesia tahun 2000-2006 sekitar 903 juta t CO<sub>2</sub>, termasuk emisi yang mungkin terjadi dari kebakaran gambut. Padahal dalam keadaan hutan alam, lahan gambut mengeluarkan emisi 20-40 t CO<sub>2</sub>-eq ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> (Rieley *et al.*, 2008) atau rata-rata sekitar 30 t CO<sub>2</sub>-eq ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>. Emisi dari hutan gambut berasal dari proses respirasi akar tanaman (*autotrophic respiration*) yang dapat dikompensasi dengan penambatan CO<sub>2</sub> melalui fotosintesis dan dari aktivitas bakteri metanogenesis yang menghasilkan

CH<sub>4</sub>. Peningkatan emisi gas rumah kaca dari lahan gambut selain terjadi karena percepatan proses dekomposisi bahan organik (*heterothropic respiration*), juga bisa disebabkan oleh peristiwa kebakaran lahan gambut. Proses drainase yang berlebihan (*over drain*) bisa menyebabkan tanah gambut menjadi kering, sehingga menjadi sangat rentan terhadap kebakaran.

### KARBON TERSIMPAN DI LAHAN GAMBUT

Karbon di lahan gambut tersimpan di atas dan di bawah permukaan tanah (Gambar 15). Karbon tersimpan di atas permukaan tanah terdiri atas biomassa dan nekromas. Sedangkan karbon di bawah permukaan (di dalam tanah) tersimpan dalam bentuk gambut, akar tanaman, dan mikrobia.

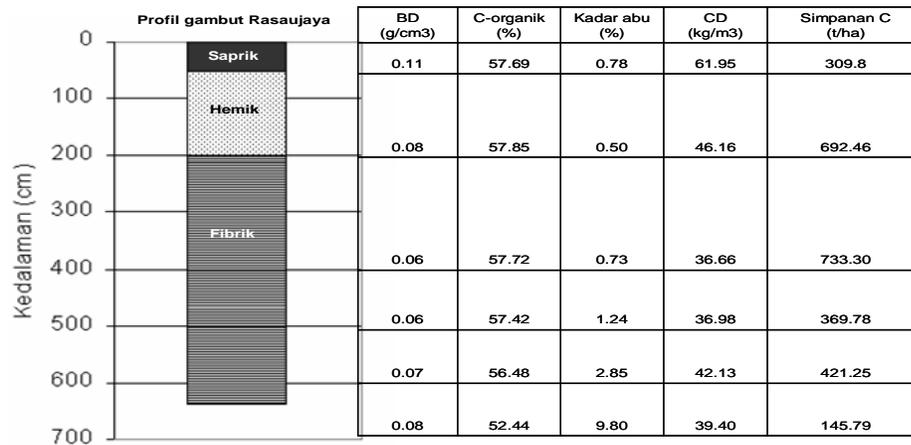


Gambar 15. Beberapa komponen karbon tersimpan di lahan gambut

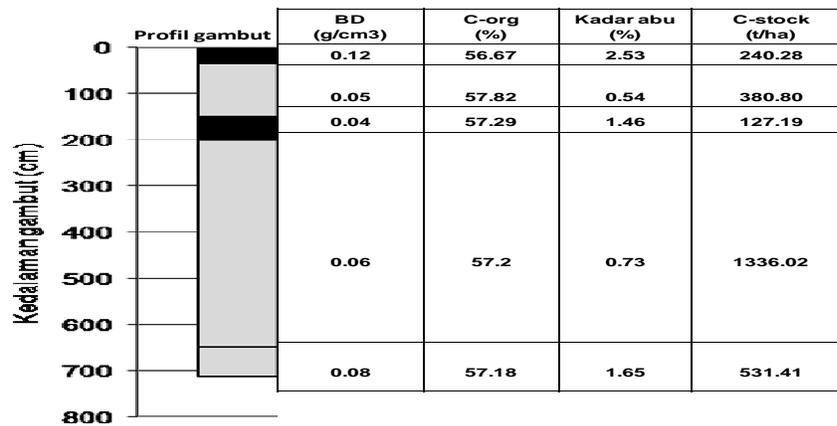
#### Karbon tersimpan di dalam tanah

Karbon tersimpan di dalam tanah gambut berkisar 18-60% bobot atau setara dengan 0,03-0,07  $\text{tm}^{-3}$ , dibandingkan dengan tanah mineral yang berkisar 0.5-5% bobot atau setara dengan 0,005-0,050  $\text{tm}^{-3}$  (Agus *et al.*, 2009). Karbon pada tanah mineral terkonsentrasi pada 30-100 cm lapisan atas, sedangkan pada tanah gambut hampir merata pada seluruh kedalaman. Page *et al.* (2002) memperkirakan rata-ratabesarnya simpanan karbon di lahan gambut sebesar 600  $\text{t C ha}^{-1} \text{m}^{-1}$ .

Variabilitas simpanan karbon pada lahan gambut di Indonesia ditunjukkan hasil penelitian Wahyunto *et al.* (2004) di Sumatera dan Kalimantan dan Agus *et al.* (2009) di Kalimantan Barat, berturut-turut berkisar 2.000-3.000  $\text{tha}^{-1}$  dan 1.100-3.000  $\text{tha}^{-1}$ . Besarnya karbon tersimpan dalam tanah gambut sangat dipengaruhi oleh ketebalan dan kematangan tanah gambut, serta kadar abu. Gambar 16 dan 17 menunjukkan dua contoh profil gambut, simpanan karbon, dan sifat-sifat tanah gambut yang menentukan besarnya simpanan karbon dalam tanah gambut.



Gambar 16. Profil tanah gambut, berat volume (BD), kadar abu dan C organik, simpanan C berdasarkan volume (CD), simpanan C per lapisan pada lahan gambut di Rasau Jaya, Kalimantan Barat



Gambar 17. Variasi lainnya profil gambut pada lahan gambut di Rasau Jaya, Kalimantan Barat



## Faktor-Faktor yang berpengaruh terhadap simpanan karbon dalam tanah gambut

### a. *Kematangan gambut*

Semakin tinggi tingkat kematangan gambut, maka kandungan karbon persatuan volume gambut menjadi semakin tinggi (Tabel 11). Namun demikian secara total bukan berarti semakin lanjut kematangan gambut di suatu lokasi, simpanan karbon di tempat tersebut akan semakin meningkat. Akibat proses dekomposisi, gambut mengalami pengurangan volume atau pemampatan (*subsiden*), sehingga meskipun kandungan gambut per satuan volume meningkat, namun karena total volume gambut berkurang maka simpanan karbon secara total juga berkurang.

Tabel 11. Rata-rata nilai kadungan karbon persatuan volume pada tiga tingkat kematangan gambut (Aguset *et al.*, 2009, Dariah *et al.*, 2009)

Tingkat kematangan gambut	Jumlah contoh yang diukur	Carbon density
	n	kgm <sup>-3</sup>
Saprik	38	66 ± 20
Hemik	74	50 ± 14
Fibrik	211	39 ± 11

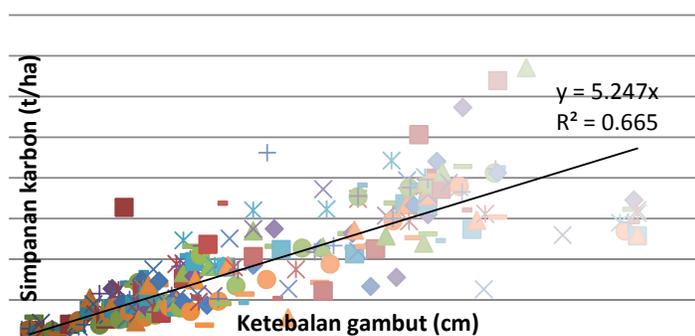
### b. *Ketebalan gambut*

Berdasarkan ketebalannya, gambut dapat diklasifikasikan sebagai gambut dangkal (50-100 cm), sedang (100-200 cm), dalam (200-400 cm), sangat dalam (400-800 cm), dan dalam sekali (>800 cm). Gambut dengan ketebalan <50 cm digolongkan sebagai tanah bergambut (*peaty soil*). Peta distribusi gambut (Wahyunto *et al.*, 2004; 2006) menunjukkan ketebalan gambut di Indonesia berkisar antara 0,5-10 m. Gambar 18 menunjukkan profil gambut dalam dan dangkal di Kalimantan Barat.

Ketebalan gambut sangat menentukan besarnya simpanan karbon di lahan gambut, sehingga dapat dijadikan indikator awal besarnya simpanan karbon dalam tanah gambut. Hasil penelitian pada gambut di Kalimantan dan Sumatera menunjukkan hubungan yang erat antara ketebalan gambut dengan karbon tersimpan ditanah gambut (Gambar 19).



Gambar 18. Profil gambut dalam dan dangkal di Kalimantan Barat (Sumber: I. GM. Subiksa)

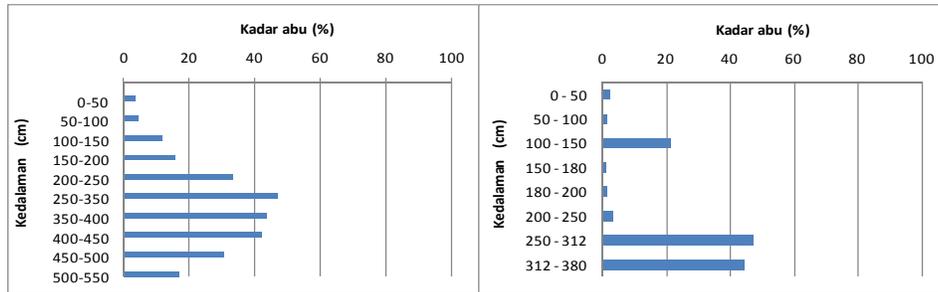


Gambar 19. Hubungan antara ketebalan dan karbon tersimpan di lahan gambut di Kalimantan dan Sumatera (Agus *et al.*, 2010)

### c. Kadar abu

Kadar abu dalam tanah gambut menunjukkan besarnya kandungan bahan mineral dalam gambut. Semakin tinggi kadar abu dalam bahan gambut, maka kandungan (proporsi) karbon dalam tanah gambut semakin rendah. Di banyak lokasi umumnya kadar abu dalam tanah gambut meningkat dengan semakin dekatnya lapisan gambut ke lapisan substratum. Namun demikian, di lokasi tertentu kadang-kadang lapisan dengan kadar abu relatif tinggi justru terdapat di permukaan atau di lapisan tengah (Gambar 20).





Gambar 20. Kadar abu pada berbagai kedalaman tanah gambut di Kalimantan Tengah (kiri) dan Kalimantan Selatan (Kanan)

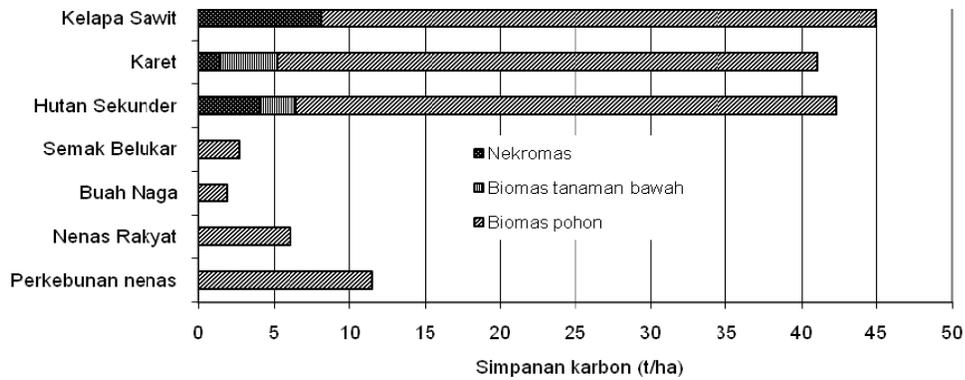
### Karbon tersimpan di atas permukaan

Melalui proses fotosintesa, tanaman merupakan penambat karbon yang paling aktif. Oleh karena itu, meskipun persentase simpanan karbon dalam tanaman terhadap total simpanan C di lahan gambut relatif kecil, namun dalam menghitung simpanan karbon di lahan gambut, unsur ini penting untuk diperhitungkan.

Dua komponen utama simpanan karbon di atas permukaan adalah biomassa dan nekromas. Biomassa adalah berat kering dari bagian vegetasi yang masih hidup, terdiri atas batang, dahan, daun tanaman pohon-pohonan maupun semusim. Nekromas adalah berat kering tanaman atau bagian pohon yang telah mati, baik yang masih tegak di lahan (batang pohon), atau telah tumbang/tergeletak di permukaan tanah, tonggak atau ranting dan daun-daun gugur (serasah) yang belum terlapuk.

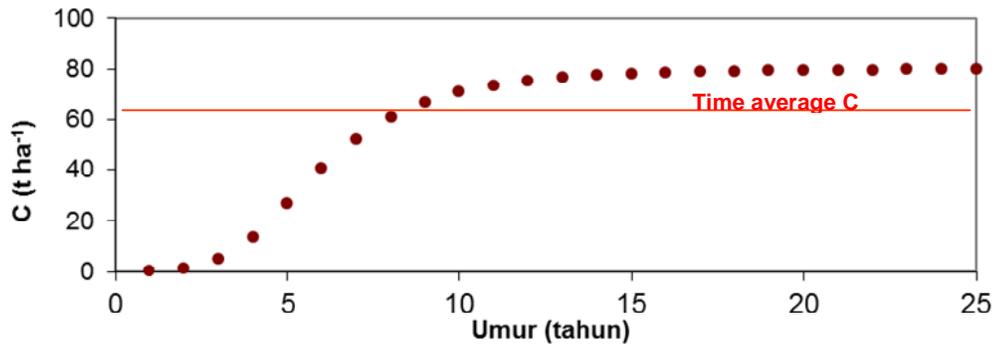
Besarnya karbon tersimpan di atas permukaan (*above ground C-stock*) sangat ditentukan oleh jenis dan umur tanaman, keragaman dan kerapatan tanaman, kesuburan tanah, kondisi iklim, ketinggian tempat dari permukaan laut, lamanya lahan dimanfaatkan untuk penggunaan tertentu, serta cara pengelolaannya. Contoh variabilitas simpanan karbon dari berbagai jenis tanaman pada lahan gambut di Kalimantan Barat (Susanti *et al.*, 2009), menunjukkan bahwa kelapa sawit dan karet mempunyai karbon tersimpan yang tidak jauh berbeda dibanding hutan sekunder yakni berkisar 41-45 t ha<sup>-1</sup> (Gambar 21). Namun demikian, dalam kondisi hutan alami atau dalam kondisi relatif klimaks, besarnya *above ground C-stock* bisa mencapai >200 t ha<sup>-1</sup> (Rahayu *et al.*, 2005; Palm *et al.*, 1999). Sedangkan pada hutan sekunder yang ditumbuhi tanaman jakaw umur <10 tahun besarnya simpanan C sekitar 58 t ha<sup>-1</sup> (Rahayu *et al.*, 2005), tidak terlalu berbeda dengan hasil pengamatan Susanti *et al.* (2009) yakni sekitar 43 t ha<sup>-1</sup>.





Gambar 21. Karbon tersimpan di atas permukaan tanah pada berbagai jenis tanaman di lahan gambut di Kabupaten Kubu Raya dan Pontianak, Kalimantan Barat (Sumber: Susanti *et al.*, 2009)

Umur tanaman sangat menentukan besarnya karbon tersimpan, oleh karena itu dalam menentukan karbon tersimpan dalam biomassa tanaman, digunakan nilai *time average* (rata-rata simpanan karbon dalam satu siklus hidup tanaman). Gambar 22 menunjukkan karbon tersimpan pada tanaman kelapa sawit pada berbagai umur tanaman, dengan nilai *time average*-nya. Perbedaan nilai *time average* C tanaman sawit yang didapat Rogi (2002) yaitu sebesar  $60 \text{ t ha}^{-1}$  dengan Susanti *et al.* (2009) bisa disebabkan oleh adanya perbedaan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan dan kemampuan tanaman dalam menambat karbon, misalnya kesuburan tanah, varietas tanaman, dan lain sebagainya.



Gambar 22. Karbon tersimpan dalam tanaman kelapa sawit pada berbagai umur tanaman serta nilai *time average* C (Sumber: Rogi, 2002)

## EMISI GAS RUMAH KACA DARI LAHAN GAMBUT

Gas rumah kaca (GRK) adalah gas-gas di atmosfer yang memiliki kemampuan untuk menyerap radiasi matahari yang dipantulkan oleh bumi, kemudian gas-gas tersebut memantulkankembali radiasi matahari ke bumi sehingga bumi mengalami pemanasan. Efek dari GRK diidentikkan dengan efek dari kaca di rumah kaca, yang biasa digunakan untuk meningkatkan suhu saat musim dingin di negara-negara subtropika, dan berdasarkan fenomena inilah istilah GRK berasal.

Dalam konsentrasi normal dimana proses emisi bisa diimbangi dengan sekuestrasi, efek GRK justru bermanfaat untuk bumi karena menjaga suhu bumi relatif stabil, tanpa efek GRK bumi akan mengalami penurunan suhu. Efek gas rumah kaca yang berlebihan terjadi karena naiknya konsentrasi gas CO<sub>2</sub> (karbondioksida) dan gas-gas lainnya seperti sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), nitrogen oksida (NO), nitrogeendioksida (NO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), kloroflourokarbon (CFC) di atmosfer. Kenaikan konsentrasi gas rumah kaca disebabkan oleh terjadinya peningkatan pelepasan atau emisi gas-gas tersebut seiring dengan peningkatan berbagai jenis pembakaran bahan bakar minyak (BBM), batu bara, dan bahan-bahan organik lainnya di permukaan bumi, penggunaan bahan-bahan tertentu seperti pupuk urea, dan dekomposisi atau pelapukan bahan organik. Emisi GRK dari lahan gambut terutama terjadi melalui proses dekomposisi dan kebakaran lahan dan hutan gambut.

Simpanan karbon di lahan gambut yang relatif tinggi menjadi indikator tingginya “potensi” ekosistem ini menyumbang emisi gas rumah kaca, jika bahan organik yang tersimpan dalam bentuk gambut mengalami dekomposisi atau kebakaran. Meskipun penggunaan bahan bakar fosil di Indonesia relatif rendah dibanding dengan negara industri, namun emisi dari deforestasi dan penggunaan lahan gambut diperkirakan menyumbang >50% total emisi di Indonesia. Gas rumah kaca (GRK) utama yang diemisi dari lahan gambut adalah CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O.

Potensi emisi CO<sub>2</sub> jauh lebih tinggi dibandingkan dengan emisi CH<sub>4</sub> (meskipun dikalikan nilai potensial pemanasan globalnya setinggi 23 kali CO<sub>2</sub>). Emisi CO<sub>2</sub> terjadi dalam kondisi aerob, dimana mikroorganisme dekomposer bisa beraktivitas optimal. Bukan hanya aktivitas, jumlah dan keragaman mikroorganisme yang dapat hidup juga jauh lebih tinggi pada kondisi aerob.

Bila gambut dalam kondisi jenuh atau tinggi muka air tanah dangkal (< 40 cm), gas metan (CH<sub>4</sub>) teremis rendah. Dalam kondisi ini jumlah dan variasi mikroorganisme dekomposer yang aktif jauh lebih rendah, sehingga meskipun proses dekomposisi terjadi namun jumlah karbon yang teremis jauh lebih rendah. Jauhianen *et al.* dalam Rieley *et al.* (2008) menunjukkan tingkat emisi CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> dari berbagai bentuk penggunaan lahan gambut (Tabel 12). Emisi N<sub>2</sub>O umumnya terjadi pada lahan gambut yang telah dikelola, dimana pemupukan nitrogen (misalnya urea, pupuk kandang, atau pupuk ZA) telah intensif dilakukan.

Tabel 12. Emisi karbon dari permukaan lahan gambut terdegradasi dan dari lahan pertanian gambut terlantar di Kalimantan Tengah (Jauhianen *et al.* dalam Rieley *et al.* (2008)

Penggunaan lahan	Emisi CO <sub>2</sub>	Emisi CH <sub>4</sub>
	----- t ha <sup>-1</sup> tahun <sup>-1</sup> -----	
Hutan gambut tidak didrainase	38,9	0,014
Hutan gambut yang terpengaruh drainase	40,0	0,013
Hutan gambut sekunder, bekas tebang bersih	34,0	0,001
Lahan pertanian berdrainase, tidak dikelola	19,3	0,001

Dalam kondisi alami yaitu selalu dalam keadaan jenuh, emisi dan penambatan karbon pada lahan gambut berjalan hampir seimbang, bahkan pada kondisi hutan alami sekuestrasi bisa berjalan lebih cepat dibanding emisi. Begitu ada campur tangan manusia, keseimbangan ini mulai terganggu, sehingga proses emisi menjadi lebih dominan. Bentuk intervensi manusia yang paling mempengaruhi terjadinya emisi gas rumah kaca di lahan gambut adalah pembakaran dan drainase.

Pembakaran lahan gambut dapat terjadi saat pembukaan dan persiapan/pengolahan lahan. Saat pembukaan lahan, pembakaran dilakukan untuk membersihkan permukaan lahan dari sisa-sisa pohon (tunggul, ranting dan lain sebagainya). Sebagian kayu tebang di jadikan bahan perabotan atau perumahan, sehingga dianggap sebagai *sink* atau menjadi karbon tersimpan selama beberapa dekade setelah hutan dibuka. Sisa tanaman lainnya akan berubah menjadi nekromas yang akhirnya akan teremis baik melalui proses pembakaran atau pelapukan (dekomposisi).

Pembakaran saat penyiapan/pengolahan lahan, terutama ditujukan untuk mendapatkan bahan amelioran (bahan pembenah tanah) dalam bentuk abu bakar. Saat proses pembakaran, ternyata bukan hanya biomassa tanaman yang terbakar, namun juga lapisan gambut bagian atas. Hartanto (2004) memperkirakan kedalaman gambut yang terbakar sewaktu pembakaran hutan setebal 15 cm. Apabila kandungan karbon gambut rata-rata  $50 \text{ kg m}^{-3}$  maka jumlah karbon yang teremisi akibat pembakaran tersebut sebanyak  $75 \text{ t C ha}^{-1}$  atau ekuivalen dengan  $275 \text{ t CO}_2\text{ha}^{-1}$ .

Berbagai dampak dari emisi gas rumah kaca pada skala lokal maupun global di antaranya:

- Volume gambut berkurang/menyusut (subsiden), sehingga fungsinya sebagai penyimpan air dan pengatur hidrologi berkurang bahkan bisa hilang, menyebabkan terjadinya peningkatan luasan dan frekuensi banjir serta kekeringan.
- Konsentrasi GRK di atmosfer meningkat dan menjadi penyebab utama terjadinya pemanasan global. Hal ini berdampak pada terjadinya penurunan produktivitas pertanian dan peningkatan luas dan frekuensi banjir di daerah pantai, karena meningkatnya muka air laut akibat terjadinya pencairan es di daerah kutub.

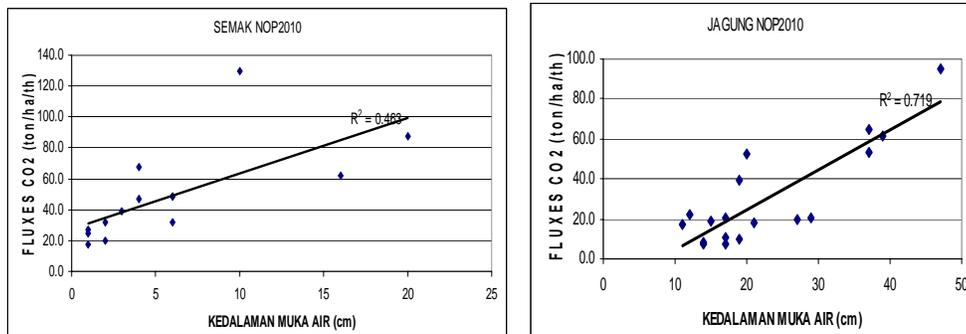
### **Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap laju emisi GRK**

Emisi karena proses dekomposisi terjadi relatif lambat dibanding proses kebakaran, namun kehilangan simpanan C melalui proses dekomposisi seringkali terlambat disadari, sehingga terlambat untuk ditanggulangi. Untuk menekan laju emisi melalui proses dekomposisi perlu dipelajari faktor-faktor yang mempengaruhinya. Pada prinsipnya, faktor yang berpengaruh terhadap laju emisi GRK identik dengan faktor yang berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme dekomposer bahan organik. Secara lebih spesifik Baldock dan Skjemstad, 2000; Blodau, 2002; dan Bertrand *et al.*, 2007), menyatakan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap mineralisasi karbon pada tanah gambut adalah suhu, tinggi muka air tanah, kandungan mineral, pH, kation-kation, dan salinitas.

Pengaruh suhu terhadap laju emisi GRK diantaranya ditunjukkan hasil penelitian Moore dan Dalva (1993) pada skala laboratorium. Emisi karbondioksida dan metan dari tanah gambut yang diletakkan dalam kolom pada suhu  $23^\circ\text{C}$  adalah 2,4 dan 6,6 kali lebih besar dibandingkan pada

suhu 10°C. Hasil penelitian Agus *et al.* (2010) menunjukkan suhu tidak merupakan faktor dominan yang berpengaruh terhadap laju emisi, hal ini bisa disebabkan saat pengukuran di lapangan, perbedaan suhu antar titik pengukuran tidak terlalu nyata. Hal ini umum terjadi di daerah tropika, dimana kisaran suhu maksimum dan minimum tidak terlalu lebar.

Proses emisi GRK dari lahan gambut berjalan cepat setelah lahan didrainase. Hal ini berhubungan dengan perubahan tinggi muka air tanah, yang menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan dari kondisi anaerob menjadi aerob. Dalam kondisi aerob terjadi peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah. Hasil penelitian Moore dan Dalva (1993) di laboratorium dengan menggunakan kolom menunjukkan bahwa pada kedalaman muka air tanah 0, 10, 20, 40 dan 60 cm, emisi CO<sub>2</sub> berkorelasi positif dengan kedalaman muka air tanah, makin dalam muka air tanah emisi CO<sub>2</sub> makin tinggi, sedangkan untuk metan berlaku sebaliknya. Hasil penelitian Agus *et al.* (2010) di Kalimantan Tengah juga menunjukkan bahwa tinggi muka air tanah merupakan faktor dominan yang berpengaruh terhadap emisi CO<sub>2</sub> pada lahan gambut. Sampai kedalaman <50 cm emisi CO<sub>2</sub> berkorelasi positif dengan kedalaman muka air tanah (Gambar 23).

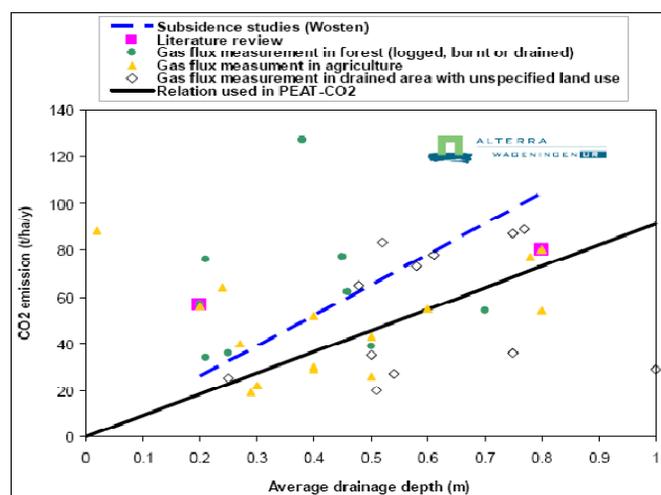


Gambar 23. Hubungan antara fluks CO<sub>2</sub> dengan kedalaman muka air tanah pada plot semak dan jagung (Agus *et al.*, 2010) di Kalimantan Barat.

Hooijer *et al.* (2006) menunjukkan persamaan empiris besarnya emisi dari proses dekomposisi akibat pembuatan saluran drainase yaitu  $E = 0,91D$  (D adalah kedalaman saluran drainase dalam cm, dan E adalah jumlah emisi dalam t CO<sub>2</sub>ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>) (Gambar 24). Namun demikian, berdasarkan hasil penelitian Jauhiainen *et al.* (2008) hubungan antara kedalaman drainase dengan laju emisi tidak selalu linier. Emisi tertinggi terjadi bila kedalaman muka air tanah sekitar 60 cm. Pada kedalaman muka air tanah lebih



dangkal, tanahnya terlalu jenuh dan pada kedalaman air tanah lebih dalam, tanahnya terlalu kering sehingga tidak ideal untuk aktivitas mikroba, artinya pada kondisi ini proses dekomposisi terhambat, dan dapat berdampak pada penurunan emisi. Namun demikian, meskipun tingkat emisi pada muka air tanah yang dalam mengalami penurunan, kondisi gambut yang terlalu kering menjadi sangat mudah terbakar, sehingga risiko terjadinya emisi juga tetap besar.



Gambar 24. Kurva empiris hubungan antara kedalaman drainase dan laju emisi CO<sub>2</sub> di lahan gambut (Hooijer *et al.*, 2006)

Pengaruh perubahan penggunaan lahan gambut terhadap tingkat emisi yang terjadi kemungkinan erat hubungannya dengan kondisi optimal tinggi muka air tanah yang dibutuhkan oleh jenis tanaman tertentu. Hasil rangkuman Ambar dan Melling (2000) menunjukkan rata-rata tinggi muka air tanah pada berbagai bentuk penggunaan lahan (Tabel 13).

Gas CO<sub>2</sub> yang teremisi dari lahan gambut tidak seluruhnya dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik, respirasi akar juga menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang ikut terukur saat dilakukan pengukuran emisi GRK di lahan gambut. Hasil penelitian Handayani (2010) pada perkebunan kelapa sawit di lahan gambut menunjukkan emisi CO<sub>2</sub> pada zona perakaran (rhizosphere) lebih tinggi dibanding di luar zona perakaran, sekitar 38% dari emisi gas CO<sub>2</sub> merupakan hasil respirasi akar. Selama ini belum banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui kontribusi respirasi akar (*autotrophic respiration*) dari berbagai jenis tanaman, padahal angka-angka ini penting untuk digunakan sebagai faktor



koreksi, sehingga akan didapatkan hasil pengukuran fluks emisi yang benar-benar dihasilkan dari dekomposisi bahan organik (*heterothropic respiration*).

Tabel 13. Kondisi kedalaman muka air pada berbagai jenis penggunaan lahan (Melling *et al.* 2005)

Kegunaan lahan	Kedalaman muka air tanah cm
Kelapa sawit	50-75
Nanas	60-90
Sagu	20-40
Ubi kayu	15-30
Kacang tanah	65-85
Kedelai	25-45
Jagung	75
Ubi jalar	25
Asparagus	25
Sayuran	30-60

Hasil penelitian Melling *et al.* (2005) menunjukkan, bahwa berdasarkan hasil uji statistik tidak ada perbedaan yang nyata emisi CO<sub>2</sub> pada tiga penggunaan lahan (hutan, sagu, dan kelapa sawit), namun demikian nampak ada trend (kecenderungan) yang kuat bahwa perubahan penggunaan lahan menyebabkan perubahan emisi CO<sub>2</sub>. Perubahan fluks emisi CO<sub>2</sub> akibat perubahan penggunaan lahan, selain disebabkan oleh perubahan aspek pengelolaan yang berdampak terhadap perubahan lingkungan, misal dilakukannya drainase yang berdampak terhadap perubahan tinggi muka air tanah, juga disebabkan perbedaan besarnya *autothrophic respiration* dari masing-masing tanaman. Untuk tanaman yang sama kemungkinan besarnya *autothrophic respiration* akan berbeda pada umur tanaman yang berbeda.

#### DAFTAR PUSTAKA

Agus, F. 2009. Metode pengukuran karbon tersimpan di lahan gambut. Bahan pelatihan penaksiran karbon cepat sebagai bagian dari aktivitas Proyek Accountability and Local Level Initiative to Reduce Emission from Deforestation and Degradation in Indonesia (All-REDDI). World Agroforestry Centre. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.

- Agus, F. A. Mulyani, Wahyunto, Herman, A. Dariah, E. Susanti, N.L. Nurida, Jubaedah. 2010. Penggunaan lahan gambut: Trade offs antara emisi CO<sub>2</sub> dan keuntungan ekonomi. Program Kegiatan Pengendalian Perubahan Iklim. Kerjasama antara: Asisten Deputy Iptek Pemerintah, Deputy Bidang Pendayagunaan Iptek, Kementerian Riset dan Teknologi dengan Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Agus, F. dan I G.M. Subiksa. 2008. Lahan gambut: potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan. Balai Penelitian Tanah. Badan Litbang Pertanian. World Agroforestry Centre. Bogor.
- Agus, F. Wahyunto, E. Runtuuwu, A. Dariah, E. Susanti, E. Surmaini. 2009. Identifikasi Iptek terhadap Dampak Perubahan Iklim di Sektor Pertanian (mitigasi perubahan iklim pada berbagai sistem pertanian di lahan gambut Kabupaten Kubu Raya dan Pontianak, Kalimantan Barat). 2009. Laporan Kerjasama BBSDLP dengan Kementerian Riset dan Teknologi.
- Ambar, K. and Melling, L. 2000. Management practices for sustainable cultivation of crop plantation on tropical peatlands. Proc. Of The International Symposium on Tropical Peatlands, 22-23 Nopember 1999. Bogor, Indonesia. p. 119.
- Baldoch, J.A. and J.O. Skjemstad. 2000. Role of the soil matrix and minerals in protecting naturalorganic materials againsts biological attack. Org. Geochem, 31:697-710.
- Bappenas. 2009. Reducing carbon emission from Indonesia's peatlands. Interim Report of Multi-Diciplinary Study. Bappenas, The Rebutic of Indonesia.
- Bertrand, I., O. Delfossed, andB.Marry. 2007. Carbon and nitrogen mineralization in acidic, limed, and calcareous agricultural soils: Apparent and actual effects. Biochem 39:276-288.
- Blodau, C. 2002. Carbon cycling in peatland – a review af process and controls. Environ. Rev. 10:111-134.
- Dariah, A, E. Susanti, E. Surmaini, dan F. Agus. 2009. Karbon tersimpan di lahan gambut dengan berbagai penggunaan di Kabupaten Kubu Raya dan Pontianak, Kalimantan Barat. Disampaikan pada Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian.Chave dan Brown. 2005. (ICRAF. Carbon Footprint of Indonesian Palm Oil Production: a Pilot Study (leaflet)
- Handayani, E. Meine V. Noowidwijk, K. Idris, S. Sabiham. And S. Djuniwati. 2010. The effect of various water table depth on CO<sub>2</sub> emission at oil palm plantation on West Aceh Peat. J. Trop. Soils. 15,3: 255-260.

- Hooijer, A., Silvius, M., Wösten, H. and Page, S. 2006. PEAT-CO<sub>2</sub>, Assessment of CO<sub>2</sub> emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943 (2006).
- Jaenicke, J. J.O. Rieley, C. Mott, P. Kimman, and F. Siegert. 2008. Determination of the amount of carbon stored in Indonesian peatlands. *Geoderma* 147: 151–158.
- Jauhianen, J. J. Heikkinen, P.J. Martikainen, and H. Vasander. 2001. CO<sub>2</sub> fluxes in pristine peat swamp forest and peat land converted to agriculture in Central Kalimantan, Indonesia. *Int. Peat J.* 11: 43-49.
- Joosten, H. 2007. Peatland and carbon. pp. 99-117 *In* Paris, F., Siri, A., Chapman, D., Joosten, H., Minayeva, T., and Silvius M. (Eds.). *Assessment on Peatland, Biodiversity and Climate Change* Global Environmental Centre. Kuala Lumpur and Wetland International, Wageningen.
- Melling, L., R. Hatano, K.J. Goh. 2005. Soil CO<sub>2</sub> flux from tree ecosystem in tropical peatland of Sarawak Malaysia. *Tellus*, 57 B: 1-11
- Moore, T.R and M. Dalva, 1993 The influence of surface and water table position on carbon dioxide and methane emissions from laboratory columns of peatland soils. *J. Soil Science* 44, Issue 4: 651–664.
- Page, S.E., S. Siegert, J.O. Rieley, H-D.V. Boehm, A. Jaya, S.H. Limin. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997, *Nature*, 420: 61-65.
- Palm, C.A., Woomer, P.L., Alegre, J., Arevalo, L., Castilla, C., Cordeiro, D.G., Feigl, B., Hairiah, K., Kotto-Same, J., Mendes, A., Moukam, A., Murdiyarso, D., Njomgang, R., Parton, W.J., Ricse, A., Rodrigues, V., Sitompul, S.M. and van Noordwijk, M. 1999. 'Carbon sequestration and trace gas emissions in slash and burn and alternative land uses in the humid tropics', Nairobi, Kenya, *ASB Climate Change Working Group Final Report, Phase II*, ASB Coordination Office, ICRAF.
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., and Silvius, M. (Eds.). 2007. *Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wet Land International, Wageningen.*
- Priyadarsini, R. 1999. Estimasi Modal C (C-stock) Masukan Bahan Organik, dan Hubungannya dengan Populasi Cacing Tanah pada Sistem Wanatani. Program Pasca Sarjana, Universitas Brawijaya, Malang. 76 pp.
- Rahayu, S., B. Lusiana, dan M. van Noordwijk. 2005. Above ground carbon stock assessment for various land use systems in Nunukan, East Kalimantan. pp. 21-34. *In* Lusiana, B., van Noordwijk, M., and Rahayu, S. (Eds.) *Carbon Stock Monitoring in Nunukan, East Kalimantan: A Spatial and Modelling Approach*. World Agroforestry Centre, SE Asia, Bogor, Indonesia.

- Rieley, J.O., R.A.J. Wüst, J. Jauhiainen, S.E. Page, H. Wösten, A. Hooijer, F. Siegert, S.H. Limin, H. Vasander and M. Stahlhut. 2008. Tropical peat lands: carbon stores, carbon gas emissions and contribution to climate change processes. pp. 148-182. *In* M. Strack (Ed.) Peat Lands and Climate Change. International Peat Society, Vapaudenkatu 12, 40100 Jyväskylä, Finland.
- Rogi, J. E. X., 2002. Penyusunan Model Simulasi Dinamika Nitrogen Pertanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq.) di Unit Usaha Bekri Provinsi Lampung. Disertasi. IPB.
- Sugiharto C. 2002. Kajian aluminium sebagai faktor penghambat pertumbuhan pohon sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen). Skripsi S1, Unibraw, Malang.
- Susanti, E., E. Surmaini, A. Dariah, dan F. Agus. 2009. Karbon tersimpan di atas permukaan tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di Kalimantan Barat. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- Wahyunto, Ritung S, Suparto, Subagjo H. 2004. Map of peatland distribution area and carbon content in Kalimantan, 2000–2002. Wetlands International – Indonesia Programme & Wildlife Habitat Canada (WHC): Bogor. Waterloo MJ. 1995. Water and nutrient dynamics of Pinus caribaea plantation forests on former grassland soils in Southwest Viti Levu, Fiji. PhD thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, the Netherlands. 478 pp
- Wahyunto, Suparto, Bambang H., dan H. Bhekti. 2006. Sebaran lahan gambut luas dan cadangan karbon bawah permukaan di Papua. Wetland International. Indonesian Programme, Bogor.

## PENGELOLAAN LAHAN GAMBUT SECARA BERKELANJUTAN

*IG. M. Subiksa, Wiwik Hartatik, dan Fahmuddin Agus*

Lahan gambut tropis memiliki keragaman sifat fisik dan kimia yang besar, baik secara spasial maupun vertikal. Karakteristiknya sangat ditentukan oleh ketebalan gambut, substratum atau tanah mineral dibawah gambut, kematangan, dan ada tidaknya pengayaan dari luapan sungai disekitarnya. Karakteristik lahan seyogianya dijadikan acuan arah pemanfaatan lahan gambut untuk mencapai produktivitas yang tinggi dan berkelanjutan. Sesuai dengan Keppres No. 32/1990 gambut dengan ketebalan >3 m diperuntukkan kawasan konservasi. Hal ini disebabkan makin tebal lapisan gambut, maka gambut tersebut semakin rapuh (*fragile*). Dengan mempertahankannya sebagai kawasan konservasi, maka fungsinya sebagai penyangga hidrologi tetap terjaga. Gambut dengan kedalaman < 3 m dapat dimanfaatkan untuk pertanian dengan syarat lapisan mineral dibawah gambut bukan pasir kuarsa atau liat berpirit, dan tingkat kematangan bukan fibrik. Lebih lanjut Departemen Pertanian merekomendasikan untuk tanaman pangan dan hortikultura diarahkan pada gambut dangkal (< 100 cm), dan untuk tanaman tahunan pada gambut dengan ketebalan 2–3 m (Sabiham *et al.*, 2008). Dasar pertimbangannya adalah, gambut dangkal memiliki tingkat kesuburan relatif lebih tinggi dan risiko lingkungan lebih rendah dibandingkan gambut dalam.

Pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian sudah dilakukan sejak lama dan menjadi sumber kehidupan keluarga tani. Namun harus disadari bahwa pemanfaatan lahan gambut memiliki risiko lingkungan, karena gambut sangat rentan mengalami degradasi. Degradasi lahan gambut bisa terjadi bila pengelolaan lahan tidak dilakukan dengan baik, sehingga laju dekomposisi terlalu besar dan atau terjadi kebakaran lahan yang menyebabkan emisi GRK besar. Meniadakan emisi GRK dalam pemanfaatan lahan gambut adalah mustahil, karena proses dekomposisi adalah proses alamiah yang juga diperlukan dalam penyediaan hara bagi tanaman. Konsep pengelolaan lahan gambut berkelanjutan harus dilakukan dengan meningkatkan produktivitas secara maksimal dan menekan tingkat emisi yang ditimbulkan seminimal mungkin.

### **Peningkatan produktivitas lahan**

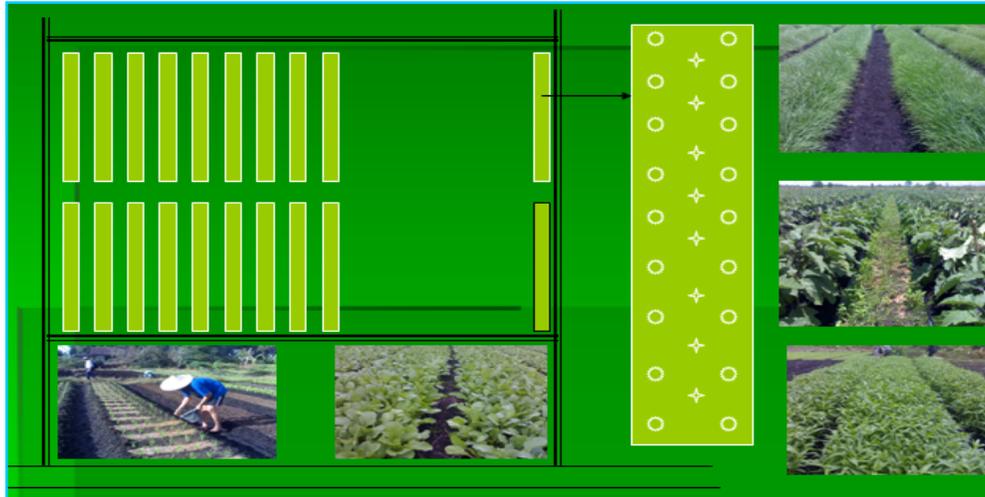
Umumnya lahan gambut tergolong sesuai marjinal untuk berbagai jenis tanaman pangan dengan faktor pembatas utama kondisi media perakaran

tanaman yang kurang kondusif bagi perkembangan akar. Beberapa faktor pembatas yang dominan adalah kondisi lahan yang jenuh air, bereaksi masam dan mengandung asam organik yang beracun serta status unsur hara rendah. Upaya meningkatkan produktivitas lahan gambut, dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi pengelolaan air, ameliorasi dan pemupukan serta pemilihan komoditas yang tepat.

### ***Pengelolaan air***

Pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian berkelanjutan harus dimulai dari perencanaan penataan lahan yang disesuaikan dengan karakteristik lahan gambut setempat, dan komoditas yang akan dikembangkan. Penataan lahan meliputi aktivitas mengatur jaringan saluran drainase, perataan tanah (*leveling*), pembersihan tunggul, pembuatan surjan, guludan, dan pembuatan drainase dangkal intensif. Dimensi dan kerapatan jaringan drainase disesuaikan dengan komoditas yang dikembangkan apakah untuk tanaman pangan, sayuran, perkebunan atau hutan tanaman industri (HTI). Perataan tanah penting jika akan dikembangkan tanaman pangan dan sayuran. Pembersihan tunggul juga sangat membantu meningkatkan produktivitas, karena keberadaan tunggul akan membatasi area yang bisa ditanami dan menjadi sarang hama. Pembuatan surjan hanya mungkin dilakukan pada gambut dangkal dan lahan bergambut. Guludan dan drainase dangkal intensif diperlukan jika dikembangkan tanaman sayuran dan buah-buahan.

Dalam kondisi alami, lahan gambut selalu dalam keadaan jenuh air (anaerob), sementara itu sebagian besar tanaman memerlukan kondisi yang aerob. Oleh karenanya, langkah pertama dalam reklamasi lahan gambut untuk pertanian adalah pembuatan saluran drainase untuk menurunkan permukaan air tanah, menciptakan kondisi aerob di zona perakaran tanaman, dan mengurangi konsentrasi asam-asam organik. Namun demikian, gambut tidak boleh terlalu kering karena gambut akan mengalami kerusakan dan menimbulkan emisi GRK yang tinggi. Berbeda dengan tanah mineral, bagian aktif dari gambut adalah fase cairnya, sehingga apabila gambut kering akan kehilangan fungsinya sebagai tanah dan menjadi bersifat hidrofobik.



Keterangan: guludan dengan dua jenis tanaman sayuran: o = cabai; + = kacang

Gambar 25. Penataan lahan dan saluran drainase untuk sayuran (atas) dan untuk perkebunan (bawah)

Pengembangan kawasan lahan gambut dalam skala luas memerlukan jaringan saluran drainase yang dilengkapi dengan pintu air untuk mengendalikan muka air tanah di seluruh kawasan. Dimensi saluran primer, sekunder, dan tersier disesuaikan dengan luas kawasan dan jenis komoditas yang dikembangkan. Tanaman pangan dan sayuran pada umumnya memerlukan drainase yang dangkal (sekitar 20 – 30 cm). Tanaman tahunan memerlukan saluran drainase dengan kedalaman berbeda-beda. Tanaman sagu dan nipah tidak memerlukan drainase, tetapi tetap memerlukan sirkulasi



air seperti halnya tanaman padi. Tanaman karet memerlukan saluran drainase mikro sedalam 20-40 cm, tanaman kelapa dan kelapa sawit memerlukan saluran drainase sedalam 50-70 cm (Agus dan Subiksa, 2008).

Pembuatan saluran drainase di lahan gambut akan diikuti oleh peristiwa penurunan permukaan lahan (subsiden). Proses ini terjadi karena pemadatan, dekomposisi, dan erosi gambut dipermukaan yang kering. Semakin dalam saluran drainase, maka subsiden semakin besar dan semakin cepat. Penurunan permukaan gambut dengan mudah dapat diamati dengan munculnya akar tanaman tahunan di permukaan tanah. Untuk mengurangi dampak penurunan tanah terhadap perkembangan tanaman, sebaiknya penanaman tanaman tahunan ditunda sampai satu tahun setelah pembukaan saluran. Hal ini dilakukan untuk menghindari tanaman roboh karena daya sangga gambut yang rendah.



Gambar 26. Pintu air yang berfungsi sebagai *canal blocking* untuk menjaga muka air tanah tetap stabil pada kisaran yang dikehendaki

### ***Pemilihan komoditas yang sesuai***

Pemilihan komoditas yang mampu beradaptasi baik di lahan gambut sangat penting untuk mendapatkan produktivitas tanaman yang tinggi. Pemilihan komoditas disesuaikan dengan daya adaptasi tanaman, nilai ekonomi, kemampuan modal, keterampilan, dan skala usaha. Jenis tanaman sayuran (selada, kucai, kangkung, bayam, cabai, tomat, terong, dan paria) dan buah-buahan (pepaya, nanas, semangka, melon) adalah tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan beradaptasi sangat baik di lahan gambut. Sebagai contoh petani sayuran di daerah Siantan Kalimantan Barat sukses

mengembangkan tanaman sayuran dengan tingkat keuntungan yang tinggi. Seorang petani dengan lahan 0,5 ha bisa panen kucai 200 kg per hari terus-menerus dan dijual dengan harga Rp3.000 – Rp 8.000kg<sup>-1</sup>. Untuk skala luas, pemilihan komoditas perkebunan seperti kelapa sawit sangat menguntungkan karena pasarnya yang besar dan produk turunannya sangat beragam. Pengembangan untuk tanaman pangan lebih banyak ditujukan untuk keamanan pangan seperti jagung untuk gambut yang kering dan padi untuk gambut dangkal dan basah.



Gambar 27. Tanaman sayuran (kiri) dan buah-buahan (kanan) tumbuh baik di lahan gambut

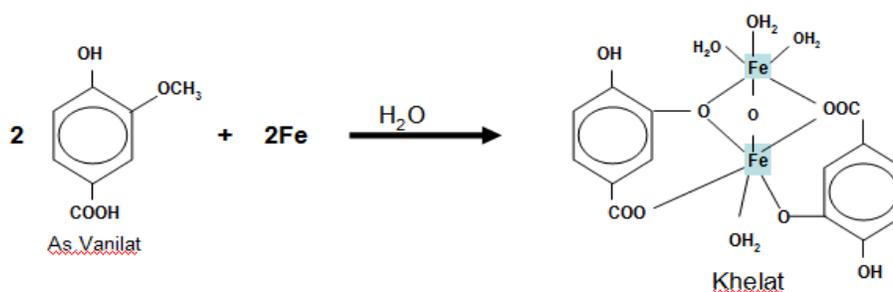


Gambar 28. Kelapa sawit (kiri) dan Akasia (kanan) di lahan gambut Riau

### ***Ameliorasi lahan***

Lahan gambut bersifat sangat masam karena kadar asam-asam organik sangat tinggi dari hasil pelapukan bahan organik. Sebagian dari asam-asam organik tersebut, khususnya golongan asam fenolat, bersifat racun dan

menghambat perkembangan akar tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman sangat terganggu. Ameliorasi diperlukan untuk mengatasi kendala reaksi tanah masam dan keberadaan asam organik beracun, sehingga media perakaran tanaman menjadi lebih baik. Kapur, tanah mineral, pupuk kandang dan abu sisa pembakaran dapat diberikan sebagai bahan amelioran untuk meningkatkan pH dan basa-basa tanah (Subiksa *et al.*, 1997; Mario, 2002; Salampak, 1999). Namun tidak seperti tanah mineral, pH tanah gambut cukup ditingkatkan sampai pH 5,0 karena gambut tidak memiliki potensi Al yang beracun. Peningkatan pH terlalu tinggi justru berdampak buruk karena laju dekomposisi gambut menjadi terlalu cepat.



Gambar 29. Reaksi kimia pembentukan khelat dan netralisasi asam fenolat beracun

Amelioran alami yang mengandung kation polivalen (Fe, Al, Cu, dan Zn) seperti terak baja, tanah mineral laterit atau lumpur sungai sangat efektif mengurangi dampak buruk 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). Formula amelioran dan pupuk gambut (Pugam) yang dikembangkan Balittanah juga efektif meningkatkan produktivitas lahan. Pugam juga mengandung kation polivalen dengan konsentrasi tinggi, sehingga takaran amelioran yang diperlukan tidak terlalu besar yaitu hanya  $750 \text{ kg ha}^{-1}$  (Subiksa *et al.*, 2009).

## **Pemupukan**

Pemupukan diperlukan karena secara inheren tanah gambut sangat miskin mineral dan hara yang diperlukan tanaman. Jenis pupuk yang diperlukan adalah pupuk lengkap terutama yang mengandung N, P, K, Ca, Mg dan unsur mikro Cu, Zn dan B. Pemupukan harus dilakukan secara bertahap dan dengantakaran rendah karena daya pegang (*sorption power*) hara tanah gambut rendah sehingga pupuk mudah tercuci. Penggunaan pupuk lepas lambat (*slow release*) seperti fosfat alam dan Pugam lebih baik dibandingkan dengan SP-36, karena akan lebih efisien, harganya murah dan dapat meningkatkan pH tanah (Subiksa *et al.*, 1991). Pugam dengan kandungan hara utama P, juga tergolong pupuk lepas lambat yang mampu meningkatkan serapan hara, mengurangi pencucian hara P, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman sangat signifikan dibandingkan SP-36.

Tanah gambut juga diketahui kahat unsur mikro karena dikhelat (diikat) oleh bahan organik (Rachim, 1995). Oleh karenanya diperlukan pemupukan unsur mikro seperti terusi, dan seng sulfat masing-masing  $15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ , mangan sulfat  $7 \text{ kg ha}^{-1}$ , sodium molibdat dan borax masing-masing  $0,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$ . Kekurangan unsur mikro dapat menyebabkan bunga jantan steril sehingga terjadi kehampaan pada tanaman padi, tongkol kosong pada jagung atau polong hampa pada kacang tanah. Pugam sebagai amelioran dan pupuk, juga mengandung unsur mikro yang diperlukan tanaman, sehingga pemupukan unsur mikro tambahan tidak diperlukan lagi.

## **Pengurangan Emisi GRK**

Lahan gambut dikenal merupakan sumber emisi gas rumah kaca (GRK) terbesar dari sektor pertanian dan kehutanan karena menyimpan cadangan karbon sangat besar yaitu  $550 \text{ Gt CO}_2\text{e}$ , setara dengan 75% karbon di atmosfer atau setara dengan dua kali simpanan karbon semua hutan di seluruh dunia (Joosten, 2007). Lahan gambut terbentuk dari akumulasi bahan organik yang mudah mengalami dekomposisi apabila ada perubahan kondisi lingkungan menjadi aerob. Proses dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik, gas  $\text{CO}_2$  dan gas metan (gas rumah kaca).

Faktor pendorong terjadinya emisi GRK yang berlebihan di lahan gambut antara lain adalah kebakaran lahan, pembuatan saluran drainase dan pengelolaan lahan. Kebakaran lahan bisa terjadi saat pembukaan hutan gambut, persiapan lahan sebelum musim tanam atau musim kemarau ekstrim.

Kebakaran yang terjadi pada waktu pembukaan hutan dan persiapan lahan seringkali terjadi karena kesengajaan, sedangkan kebakaran di saat tanaman sudah ditanam bisa terjadi karena keadaan kemarau panjang atau karena kecelakaan. Kasus di Kalimantan Barat, berdasarkan wawancara dengan petani, pembakaran lahan sebelum musim tanam bisa menghabiskan 3 – 5 cm lapisan gambut (Subiksa *et al*, 2009). Hal ini dilakukan petani untuk mendapatkan abu yang memperbaiki pH dan kejenuhan basa tanah.

Untuk Indonesia, hasil perhitungan Wahyunto *et al.* (2004), total stock karbon dari seluruh lahan gambut di Indonesia sekitar 37 Gt. Tergantung ketebalan gambut, simpanan karbon gambut bisa 10 kali lebih tinggi dibandingkan dengan simpanan karbon tanah mineral (Tabel 5). Mempertahankan karbon dalam tanah dan tanaman menjadi isu lingkungan sangat penting karena konsentrasi karbon di udara berpengaruh terhadap pemanasan global.

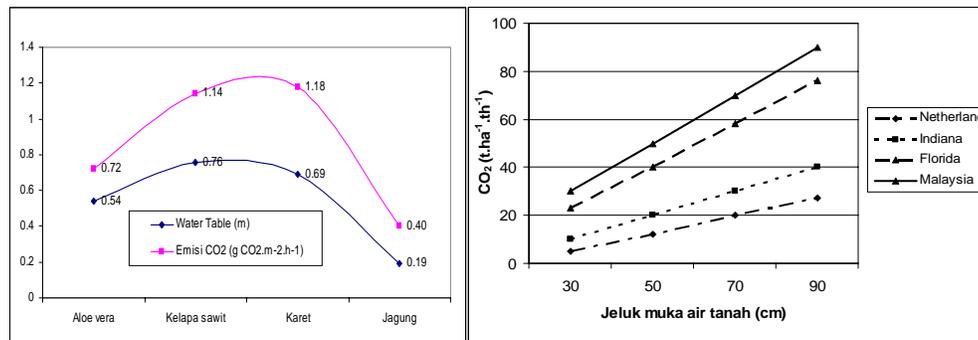
### ***Pengendalian muka air tanah***

Lahan gambut memiliki daya hantar hidrolik yang tinggi, baik secara vertikal maupun horizontal. Oleh karena itu, saluran drainase sangat menentukan kondisi muka air tanah. Kunci pengendalian muka air tanah adalah mengatur dimensi saluran drainase, terutama kedalamannya, dan mengatur pintu air. Menurunkan muka air tanah sangat diperlukan untuk menjaga kondisi media perakaran tetap dalam kondisi aerob. Namun penurunan yang terlalu besar menyebabkan gambut mengalami kerusakan. Oleh karena muka air tanah harus dikendalikan agar akar tanaman cukup mendapatkan oksigen, tetapi gambut tetap lembap untuk menghindari emisi yang besar dan gambut mengering. Pengendalian air dengan mengatur tinggi air di saluran drainase dengan mengatur pintu air adalah salah satu tindakan mitigasi emisi CO<sub>2</sub> yang terjadi.

Hasil penelitian Wosten *dalam* Hooijer *et al.*, (2006) menunjukkan bahwa laju emisi berbanding lurus dengan kedalaman saluran drainase. Rieley dan Page (2005) menunjukkan hubungan linier antara kedalaman muka air tanah dengan emisi karbon bersifat spesifik lokasi (Gambar 30). Agus *et al.* (2009) menunjukkan bahwa laju emisi meningkat dengan pola logaritmik dengan makin meningkatnya kedalaman muka air tanah. Oleh karena mengatur muka air tanah pada tingkat yang aman untuk tanaman dan minimal emisinya merupakan tindakan mitigasi kerusakan lahan yang sangat efektif.

Rumbang *dalam* Noor (2010) mengemukakan hubungan antara penggunaan jenis tanaman dengan emisi (Gambar 30). Hal ini tentu berkaitan dengan kedalaman air tanah yang dibutuhkan oleh masing-masing jenis tanaman. Salah satu komponen penting dalam pengaturan tata air lahan gambut adalah bangunan pengendali berupa pintu air atau *canal blocking* di setiap saluran. Pintu air berfungsi untuk mengatur muka air tanah, disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Mengingat gambut memiliki daya hantar hidrolis yang tinggi, maka dalam satu saluran diperlukan beberapa pintu *canal blocking* membentuk *cascade*.

Kasus lahan gambut yang sudah dibuka untuk transmigrasi di berbagai daerah, menunjukkan bahwa jaringan saluran drainase tidak terawat dengan baik sehingga saluran menjadi sangat dangkal dan tertutup rumput. Pintu air dengan cepat mengalami kerusakan karena sistem pemasangan kurang baik, sehingga air mengalir melalui pinggir pintu air. Oleh karena itu, perlu digalakkan program rehabilitasi lahan, pembuatan saluran, pintu air, dan *canal blocking* di lahan gambut untuk menghindari perubahan kondisi lahan yang drastis, seperti pengeringan. Pintu air harus berfungsi secara optimal agar permukaan air tanah stabil.



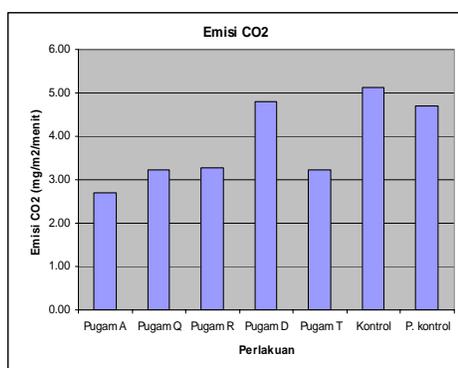
Gambar 30. Hubungan antara muka air tanah dengan tingkat emisi CO2 untuk berbagai penggunaan lahan (Rumbang, *dalam* Noor, 2010) dan tempat (Rieley dan Page, 2005)

### Kompleksasi

Emisi GRK adalah hasil dari proses dekomposisi gambut menjadi senyawa karbon dengan rantai pendek. Proses dekomposisi lebih lanjut dapat ditekan dengan proses kompleksasi senyawa organik sederhana menjadi senyawa kompleks. Kompleksasi dapat dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan amelioran yang kaya dengan kation polivalen. Kation polivalen memiliki

energi afinitas yang tinggi terhadap gugus fungsional bahan organik membentuk jembatan kation yang merangkai senyawa organik. Senyawa kompleks yang terbentuk sangat tahan terhadap dekomposisi sehingga emisi karbon bisa ditekan. Pemberian amelioran gambut 5-10 t ha<sup>-1</sup> (sekitar 5-10 m<sup>3</sup>) tanah liat halus yang kaya besi (tanah laterit) untuk tanah pertanian dan perkebunan di lahan gambut, diharapkan dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> kumulatif sebanyak 15,5 ± 5,5% dibandingkan dengan tanpa pemberian amelioran.

Bila program ameliorasi dilengkapi dengan penyediaan pupuk untuk menggantikan teknik pembakaran tradisional, diharapkan dapat mengurangi emisi sebesar 19±7%. Hasil ini masih bisa ditingkatkan dengan menggunakan pupuk Pugam yang rendah emisi. Hasil penelitian Subiksa *et al.* (2009) menunjukkan bahwa pemupukan dengan pupuk Pugam mampu menurunkan emisi GRK hingga 47% dan meningkatkan produksi biomassa lebih dari 30 kali lipat (Gambar 31). Hasil penelitian Salampak (1999); Mario (2002); Hartatik (2003) menunjukkan bahwa penambahan senyawa berkadar besi tinggi mampu menekan pengaruh buruk asam-asam fenolat yang beracun sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.



Gambar 31. Pemupukan dengan pupuk khusus lahan gambut Pugam mengurangi laju emisi CO<sub>2</sub> (kiri) dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (kanan)

Kation besi (Fe<sub>3</sub><sup>+</sup>) menurunkan konsentrasi asam-asam fenolat yang disebabkan adanya proses kompleksasi. Kation besi dari bahan amelioran sebagai jembatan kation bisa mengikat 2 atau lebih asam fenolat monomer. Asam-asam fenolat berperan sebagai penyumbang pasangan elektron (*donor*), sedangkan kation Fe berperan sebagai penerima elektron (*acceptor*) (Tan, 1993). Senyawa kompleks yang terbentuk menjadi lebih stabil dan tidak

beracun bagi tanaman. Proses kompleksasi mampu memecahkan beberapa permasalahan yang dihadapi dalam usahatani di lahan gambut yaitu (1) mengurangi emisi GRK karena stabilitas gambut meningkat; (2) menetralkan asam-asam fenolat beracun sehingga perkembangan akar tanaman tidak terganggu; dan (3) mengurangi pencucian hara karena adanya tapak jerapan positif yang terbentuk dari kation polivalen.

Dalam rangka mitigasi emisi CO<sub>2</sub> secara masal, sangat penting untuk memberlakukan kebijakan subsidi pupuk dan amelioran yang mampu menekan emisi GRK, sehingga petani tidak membakar serasah di lahan gambut. Kebijakan melarang penggunaan lahan gambut secara total kurang tepat, karena masyarakat di lahan gambut memiliki ketergantungan tinggi terhadap lahan gambut. Di beberapa tempat, petani berhasil menjadikan lahan gambut sebagai sumber pendapatan utama secara turun temurun.

### ***Persiapan lahan tanpa bakar***

Emisi karbon paling masif terjadi saat kebakaran gambut, baik karena kesengajaan maupun tidak sengaja. Penyiapan lahan dengan sistem membakar menyebabkan hilangnya cadangan karbon, terjadi subsiden, dan pada akhirnya mengarah pada habisnya lapisan gambut. Penelitian Subiksa *et al.* (2009) menunjukkan bahwa petani di Kalimantan Barat selalu melakukan pembakaran lahan sebelum menanam tanaman pangan, khususnya jagung. Setiap musim, lapisan gambut terbakar sekitar 3-5 cm. Dari gambut yang terbakar selama 2 kali tanam per tahun dapat diperkirakan besarnya emisi karbon yaitu sekitar 110,1 t CO<sub>2</sub>ha<sup>-1</sup>tahun<sup>-1</sup> (dengan asumsi karbon *density* gambut sekitar 50 kgm<sup>-3</sup> atau 0.05 tm<sup>-3</sup>).



Gambar 32. Persiapan lahan dengan membakar, sumber emisi CO<sub>2</sub> yang besar

Adanya pembakaran lahan dan hutan di suatu daerah dapat dipantau dari data *hot spot* (titik api) yang dihasilkan dari interpretasi citra satelit. Jumlah titik api yang dipantau di beberapa daerah rawan kebakaran lahan, menunjukkan bahwa antara bulan Januari – Mei 2010, Provinsi Riau dan Kalimantan Timur memiliki titik api paling banyak, dan puncaknya terjadi pada bulan Februari - Maret. Hal ini menunjukkan aktivitas pembakaran untuk pembukaan lahan masih menjadi pilihan masyarakat. Kebiasaan masyarakat ini harus diubah dengan terus-menerus melakukan sosialisasi pembukaan lahan tanpa bakar (PLTB), serta penerapan peraturan perundang-undangan. Pelatihan dan sosialisasi harus disertai dengan pengenalan alternatif lain dalam pembukaan lahan. Selain itu fasilitas pemantauan dan pengendalian kebakaran lahan harus disediakan di daerah rawan kebakaran.

Pembakaran lahan, baik yang disengaja maupun tidak, menyebabkan hilangnya cadangan karbon sehingga lapisan gambut semakin tipis bahkan habis. Bila lapisan substratum merupakan lapisan mineral berpirit atau pasir kuarsa maka akan terjadi kemerosotan kesuburan tanah. Membakar gambut terkadang sengaja dilakukan petani untuk memperoleh abu yang untuk sementara bisa memperbaiki kesuburan tanah. Abu sisa pembakaran memberikan efek ameliorasi dengan meningkatnya pH dan kandungan basa-basa tanah, sehingga tanaman tumbuh lebih baik (Subiksa *et al.*, 1998). Proses ini harus dihindari dengan mempertahankan kelembapan gambut agar tidak mudah terbakar dan menerapkan sistem pengelolaan *zero burning*. Pembakaran serasah tanaman secara terkendali di rumah abu (tempat pembakaran serasah) adalah salah satu usaha mencegah kebakaran gambut meluas. Tempat khusus ini berupa lubang yang dilapisi dengan tanah mineral sehingga api tidak sampai membakar gambut. Cara ini diterapkan dengan sangat baik oleh petani sayur di lahan gambut Pontianak, Kalimantan Barat. Bila pembakaran serasah harus dilakukan langsung di lapangan, maka harus dipastikan bahwa gambut dibawahnya jenuh air supaya gambutnya tidak ikut terbakar.

Pengalihan dari cara tradisional dengan cara membakar kepada metode tanpa membakar, diperlukan cara alternatif lain yang bisa diterima masyarakat. Pembukaan lahan menggunakan *mulcher* atau *bio-harvester* adalah salah satu alternatif yang baik, namun alatnya masih tergolong mahal. Sementara untuk lahan pertanian yang sudah eksis, diperlukan upaya ameliorasi dan pemupukan agar pertumbuhan tanaman bisa optimum. Oleh karena itu, kebijakan subsidi pupuk dan amelioran untuk petani di lahan gambut penting untuk dikeluarkan

agar kebiasaan membakar yang menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> tinggi bisa dihindari. Ditjen Perkebunan (2010) memprediksibahwa upaya mencegah pembakaran lahan dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> sampai 0,284 Gt CO<sub>2</sub> atau 25% dari proyeksi BAU 2025.

### ***Tanaman penutup tanah***

Emisi GRK berkorelasi positif dengan suhu, dimana makin tinggi suhu udara dan tanah maka emisi GRK semakin tinggi. Warna gambut yang gelap cenderung menyerap suhu, sehingga gambut yang terekspos akan terasa sangat panas. Suhu yang panas menyebabkan gambut cepat kering dan rawan kebakaran. Oleh karena, untuk mengurangi emisi GRK dari lahan pertanian, maka tanah gambut harus diusahakan tertutup vegetasi. Menanam tanaman penutup tanah, selain mengurangi emisi, juga meningkatkan sekuestrasi karbon, sehingga emisi bersih menjadi lebih kecil lagi. Tanaman penutup tanah sebagai tanaman sela di perkebunan akan sangat membantu mempertahankan kelembapan tanah dan mitigasi kebakaran lahan. Tanaman penutup tanah penghasil biomassa tinggi seperti mucuna atau calopogonium sangat dianjurkan karena bisa meningkatkan sekuestrasi karbon dan fiksasi N dari udara, sehingga menambah kesuburan tanaman pokok. Namun demikian tanaman *insitu* seperti kalakai atau pakis (*Stenochiaena palustris*) juga bisa dimanfaatkan dengan biaya murah.



Gambar 33. Tanaman penutup tanah kalakai (*Stenochiaena palustris*) untuk mempertahankan kelembapan tanah gambut

### ***Pengaturan pola tanam***

Pengurangan emisi CO<sub>2</sub> dapat dilakukan dengan mengatur pola tanam, khususnya tanaman pangan dan sayuran. Pada prinsipnya pengaturan pola tanam di lahan gambut bertujuan mengurangi lamanya waktu tanah dalam keadaan terbuka yang memicu terjadinya emisi. *Relay planting* adalah salah satu contoh penerapan pola tanam yang memungkinkan tanah gambut tidak terbuka saat penggantian tanaman berikutnya. Menanam tanaman sela diantara tanaman pokok (tahunan) dapat mengurangi emisi sekaligus meningkatkan sekuestrasi karbon.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Agus, F. dan I G.M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAFT) Bogor, Indonesia.
- Ditjen Perkebunan. 2010. Arah dan strategi pengembangan perkebunan rakyat menghadapi fenomena iklim. Paper disampaikan pada Rapat Kerja Balai Besar Litbang Sumber daya Lahan Pertanian (BB SDLP), Semarang, 2010.
- Hartatik, W., 2003. Pemanfaatan Beberapa Jenis fosfat alam dan SP-36 pada Tanah Gambut yang Diberi Bahan Amelioran Tanah Mineral dalam Kaitannya dengan Pertumbuhan Tanaman Padi. Disertasi. Institut Pertanian Bogor
- Hooijer, A., Silvius, M., Wösten, H. and Page, S. 2006. PEAT-CO<sub>2</sub>, Assessment of CO<sub>2</sub> emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943 (2006).
- Joosten, H. 2007. Peatland and carbon. pp. 99-117 *In* Parish, F., Siri, A., Chapman, D., Joosten H., Minayeva, T., and Silvius M. (Eds.) Assessment on Peatland, Biodiversity and Climate Change. Global Environmental Centre, Kuala Lumpur and Wetand International, Wageningen.
- Mario, M.D. 2002. Peningkatan Produktivitas dan Stabilitas Tanah Gambut dengan Pemberian Tanah Mineral yang Diperkaya oleh Bahan Berkadar Besi Tinggi. Disertasi Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

- Noor, M., 2010. Hubungan nilai emisi gas rumah kaca dengan teknologi pengelolaan lahan gambut. Makalah Seminar Workshop Pelaksanaan Perhitungan dan Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca pada Lahan Gambut, 4 Mei 2010 di Kementerian Lingkungan Hidup R.I., Jakarta.
- 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.
- Rieley, J.O dan S.E. Page. 2005. Wise Use of Tropical Peatlands: Focus on Southeast Asia. Nottingham, UK. 168 p.
- Sabiham, S., TB. Prasetyo, dan S. Dohong. 1997. Phenolic acid in Indonesian peat. pp. 289-292. *In* Rieley and Page (Eds). Biodiversity and Sustainability of Tropical Peat and Peatland. Samara Publishing Ltd. Cardigan. UK.
- Sabiham, S., Wahyunto, Nugroho, Subiksa dan Sukarman, 2008. Laporan Tahunan 2008. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Salampak, 1999. Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi. Disertasi Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Suastika, I W. 2004. Efektivitas Amelioran Tanah Mineral Berpirit yang Telah Diturunkan Kadar Sulfatnya pada Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut. Tesis S2. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Subiksa, IGM., Didi Ardi dan IPG. Widjaja Adhi, 1991. Perbandingan pengaruh P-alam dan TSP pada tanah sulfat masam (Typic Sulfaquent) Karang Agung Ulu Sumatera Selatan. *Dalam* Prosiding Pertemuan Pembahasan Hasil Penelitian Tanah, Cipayung 3-5 Juni 1991.
- Subiksa, IGM., Sulaeman, dan IPG. Widjaja-Adhi. 1998. Perbandingan pengaruh bahan amelioran untuk meningkatkan produktivitas lahan gambut. *Dalam* Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor, 10-12 Februari 1998.
- Subiksa, IGM., K. Nugroho, Sholeh, and IPG. Widjaja Adhi, 1997. The effect of ameliorants on the chemical properties and productivity of peat soil. pp:321-326. *In* Rieley and Page (Eds.). Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands. Samara Publishing Limited, UK.

- Subiksa, IGM., Ai Dariah dan F. Agus. 2009. Sistem Pengelolaan Lahan Eksisting di Kalimantan Barat serta Implikasinya terhadap Siak Kimia Tanah Gambut dan Emisi GRK. Laporan Penelitian Kerjasama Balai Penelitian tanah dengan Kementerian Ristek.
- Subiksa, IGM., Husein Suganda dan Joko Purnomo. 2009. Pengembangan Formula Pupuk untuk Lahan Gambut sebagai Penyedia Hara dan Menekan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Laporan Penelitian Kerja Sama antara balai Penelitian tanah dengan Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
- Tan, K. H., 1993. Principles of Soil Chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York. 362pp.
- Wahyunto, Sofyan R., Suparto, dan H. Subagyo. 2004. Sebaran dan kandungan karbon lahan gambut di Sumatera dan Kalimantan. Wetland International Indonesia Programme.

# TINJAUAN SOSIAL EKONOMI PEMANFAATAN LAHAN GAMBUT

Herman

Riset Perkebunan Nusantara

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan gambut telah melewati perjalanan sejarah yang cukup panjang. Berbagai bukti keberhasilan dapat disaksikan antara lain di Kecamatan Gambut dan Kertak Hanyar, Kalimantan Selatan, lahan gambut menjadi sentra produksi padi. Sementara itu, di Siantan, Kalimantan Barat dan di Kelampangan, Kalimantan Tengah, lahan gambut menjadi sentra produksi sayur-sayuran. Kondisi tersebut merupakan buah keberhasilan dari kerja keras dengan dukungan pengetahuan dan kearifan lokal yang dimiliki masyarakat serta dukungan infrastruktur dan ketersediaan pasar yang dapat menyerap produk yang dihasilkan petani lahan gambut.

Namun dibalik keberhasilan tersebut, terdapat catatan hitam dalam sejarah pemanfaatan lahan gambut, yaitu kegagalan mega proyek sejuta hektar lahan gambut Kalimantan Tengah. Suatu proyek pengembangan lahan gambut yang awalnya memberikan harapan besar bagi masyarakat, tetapi kenyataannya telah melahirkan banyak masalah. Pada awalnya warga membayangkan di lokasi mega proyek akan menjadi kawasan makmur, dengan hamparan padi yang menguning, sayuran dan hortikultura menghijau serta ribuan ternak dan tambak-tambak ikan melengkapi pemandangan kemakmuran warga. Tetapi bayangan tersebut telah sirna bahkan berbuah malapetaka. Kawasan yang tadinya merupakan hutan gambut yang damai, menjadi kawasan yang melahirkan persoalan lingkungan serius, banjir saat musim hujan dan mudah terbakar saat kemarau.

Akhir-akhir ini pemanfaatan lahan gambut telah menimbulkan perdebatan hangat, karena di satu sisi merupakan suatu kebutuhan dan mampu memberikan keuntungan ekonomi, tetapi di sisi lain telah menimbulkan kerusakan lingkungan berupa penyusutan keanekaragaman hayati, kerusakan tata air, dan peningkatan emisi CO<sub>2</sub> yang ikut berperan menimbulkan pemanasan global. Kenyataannya, pemanfaatan lahan gambut telah menjadi kebutuhan karena pertumbuhan penduduk, dan pada beberapa kasus terbukti bahwa lahan gambut mampu memberikan kehidupan yang layak bagi pengelolanya.

Agar tidak mengulang kegagalan yang sama dan meminimalkan dampak negatif, maka dalam upaya pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian, selain mempertimbangkan aspek teknis, aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan juga perlu mendapat perhatian, agar usahatani yang dikembangkan dapat berkelanjutan dan ramah lingkungan. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran sejarah pemanfaatan lahan gambut dan dukungan berbagai aspek khususnya aspek sosial, ekonomi, dan aspek lingkungan yang diperlukan agar lahan gambut yang secara teknis layak untuk pertanian dapat dikembangkan secara berkelanjutan dan ramah lingkungan.

### **Sejarah pemanfaatan lahan gambut**

Koorders tercatat sebagai orang pertama yang menemukan gambut di Indonesia pada tahun 1895, melalui pengamatannya di hutan rawa pantai Timur Sumatera (Noor dan Sarwani, 2004). Penemuan tersebut telah mematahkan pendapat sebelumnya yang menyatakan bahwa gambut hanya terbentuk akibat iklim dingin (*temperate*) yang dibatasi oleh ketinggian tempat dari permukaan laut sebagaimana umumnya gambut lumutan atau gambut Sphagnum (Notohadiprawiro, 1997 dalam Noor dan Sarwani, 2004). Selanjutnya, penelitian tentang lahan gambut mulai dilakukan di Indonesia yang diawali oleh Polak tahun 1930-1950. Kemudian penelitian tentang lahan gambut makin intensif dilakukan terutama oleh peneliti dari beberapa Perguruan Tinggi dan Pusat Penelitian Tanah sekarang Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (Noor dan Jumberi, 2009).

Meskipun demikian, lahan gambut sudah dimanfaatkan jauh sebelum penemuan tersebut. Pengembangan daerah rawa di Kalimantan dimulai sejak abad ke-13 Masehi saat Kerajaan Majapahit memperluas pengaruhnya. Raja Prabu Jaya sebagai keturunan Raja Brawijaya dari Kerajaan Majapahit, tercatat telah mengadakan pembukaan lahan rawa untuk pemukiman dan pertanian di Sungai Pawan, Kalimantan Barat. Praktik-praktik pertanian di lahan rawa ini konon juga tidak lepas dari introduksi bangsa Cina yang sejak abad ke-13 Masehi telah melakukan invasi perdagangan ke Kalimantan yang secara tidak langsung mengajarkan juga cara bertani dan beternak (Noor dan Jumberi, 2009).

Di Kalimantan Selatan, pemanfaatan lahan gambut secara ekstensif dimulai tahun 1920-an, yaitu seiring dengan pembangunan jalan besar melintasi rawa gambut sepanjang 14 km dari Banjarmasin menuju Banjarbaru

yang sekarang dikenal dengan Kecamatan Kertak Hanyar dan Kecamatan Gambut, Kalimantan Selatan (Noor dan Sarwani, 2004). Di kedua sisi jalan tersebut dibangun saluran air (sungai), sehingga air di lahan rawa tersebut dapat tersalurkan ke sungai besar. Dengan terbukanya jalan tersebut, orang mencoba bertani padi dan ternyata memberikan hasil yang baik.

Pembukaan sawah tersebut terus berlanjut dari tahun ke tahun dengan cara pembuatan parit-parit dari sungai di pinggiran jalan menuju bagian yang agak jauh dari jalan. Selanjutnya pada tahun 1935, dibuat parit besar dari Km 14 (Kecamatan Gambut) sampai ke Aluh-aluh serta perbaikan Sungai Pemurus dan Sungai Kelayan. Pembuatan dan perbaikan sungai tersebut mendorong pemanfaatan lahan di wilayah rawa tersebut berangsur menjadi sawah. Pembukaan sawah meluas hingga ke Kurau dan Aluh-aluh (Noor dan Jumberi, 2009). Pembukaan lahan gambut oleh masyarakat tersebut telah membuahkan hasil dan sekarang sudah berkembang menjadi kawasan penghasil padi atau lumbung padi untuk daerah Kalimantan Selatan.

Sementara itu di Siantan, Kalimantan Barat, tidak ada catatan resmi kapan dimulainya pemanfaatan lahan gambut. Namun diyakini bahwa petani Cina secara turun temurun telah memanfaatkan lahan gambut sejak ratusan tahun lalu. Pada saat ini, Siantan menjadi salah satu sentra produksi sayuran yang sangat dibutuhkan oleh warga kota Pontianak, Kalimantan Barat. Berbagai jenis tanaman sayuran seperti: kangkung, sawi, bayam, seledri, gambas, dan kucai diusahakan petani.

Petani di Siantan secara terus-menerus melakukan rotasi penanaman sayuran agar kondisi dan kesuburan lahan gambut tetap terjaga. Mereka menanam kangkung darat, sawi keriting, bayam cabut, seledri, gambas, dan kucai di bedengan-bedengan berukuran lebar 1,5 m dengan panjang bervariasi antara 5–10 m. Dalam setiap masa pertanaman biasanya terdapat variasi 4–5 jenis tanaman sayuran. Menurut petani, ada beberapa tanaman yang dapat mengurangi ketebalan gambut secara drastis, yaitu tanaman yang dicabut. Oleh karena itu, penanaman jenis tanaman yang dicabut berturut-turut dalam bedengan yang sama harus dihindari. Rotasi tanam yang mereka lakukan biasanya meliputi: sawi - sawi, sawi – kangkung atau sawi – bayam dan menghindari rotasi bayam - bayam dan kangkung - kangkung atau bayam – kangkung (Noor dan Sarwani *et al.*, 2006).

Beberapa keberhasilan pemanfaatan lahan gambut pada masa sebelum kemerdekaan tersebut telah memberikan inspirasi bagi pemerintah orde baru

yang giat-giatnya melaksanakan program transmigrasi. Beberapa lokasi lahan gambut yang dijadikan sasaran pengembangan proyek transmigrasi yang cukup berhasil antara lain di Rasau Jaya Kalimantan Barat, Kelampangan dan Anjir Serapat Kalimantan Tengah. Keberhasilan petani dalam mengelola lahan gambut tersebut tidak terlepas dari ketersediaan pasar yang menyerap hasil pertanian, dukungan infrastruktur yang memadai, sehingga petani dapat memperoleh sarana produksi dan memasarkan hasil dengan mudah, kerja keras dan kemauan petani untuk mencoba mengusahakan berbagai jenis tanaman yang dianggap sesuai, serta pembinaan petani dari para penyuluh pertanian.

Perkembangan terakhir menunjukkan bahwa, lahan gambut juga menjadi sasaran untuk pengembangan perkebunan kelapa sawit dalam skala besar. Pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit cukup menjanjikan dan memberikan keuntungan yang layak bagi pengelolanya. Pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit berkembang pesat di Provinsi Riau dan diikuti oleh daerah lainnya seperti Jambi, Sumatera Selatan, Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah. Menurut Sawit Watch (2009) tercatat sebanyak 348 perusahaan perkebunan kelapa sawit telah mendapat izin pemanfaatan lahan gambut. Di Provinsi Kalimantan Barat telah dikeluarkan izin pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit seluas 706.379 ha, di Kalimantan Tengah seluas 239.389 ha, dan di Riau seluas 792.618 ha. Kegiatan pengembangan perkebunan kelapa sawit skala besar tersebut perlu mendapat perhatian dan pengawasan yang ketat, agar tidak menimbulkan dampak negatif yang nyata bagi lingkungan dan kerugian ekonomi sehubungan dengan laju subsidi gambut.

Berdasarkan hasil sintesa dari berbagai laporan penelitian pemanfaatan lahan gambut dapat dikemukakan bahwa, keberhasilan dan keberlanjutan pemanfaatan lahan gambut sangat dipengaruhi oleh banyak aspek terutama aspek teknis kesesuaian lahan, ketersediaan pasar, dukungan infrastruktur yang memadai terutama jalan dan saluran air di lokasi pertanian, teknologi dan kearifan lokal, kelembagaan petani, dan ketersediaan dana kredit untuk modal usahatani. Aspek teknis terkait dengan kesesuaian lahan dan pemanfaatan lahan gambut telah dibahas secara lengkap pada bagian terdahulu. Berikut ini akan diuraikan secara singkat berbagai aspek sosial ekonomi yang sangat menentukan keberhasilan dan keberlanjutan pertanian lahan gambut.

## **Aspek sosial ekonomi untuk keberhasilan pertanian lahan gambut**

Menurut Mosher (1968), untuk menjamin suksesnya pembangunan pertanian dibutuhkan dua syarat yaitu: syarat pokok dan syarat pelancar. Syarat pokok adalah syarat yang mutlak harus dipenuhi agar pembangunan pertanian dapat berjalan dan jika tidak dipenuhi maka tidak terjadi pembangunan pertanian. Syarat-syarat pokok tersebut meliputi: (a) adanya pasar untuk produk-produk pertanian; (b) teknologi yang selalu berubah; (c) tersedianya sarana produksi dan peralatan secara local; (d) adanya perangsang produksi bagi petani; dan (e) tersedianya sarana transportasi yang baik. Syarat pelancar adalah syarat yang dibutuhkan agar pembangunan pertanian dapat berjalan dengan baik, yaitu (a) pendidikan pembangunan; (b) kredit produksi; (c) kegiatan bersama; (d) perbaikan dan perluasan lahan pertanian; dan (e) perencanaan nasional pembangunan pertanian.

Berbagai persyaratan pembangunan tersebut tidak dapat dipisahkan, karena merupakan satu kesatuan yang utuh untuk menjalankan roda pembangunan pertanian. Apabila salah satu syarat pembangunan pertanian tersebut tidak dipenuhi, maka pembangunan pertanian akan tersendat, bahkan tidak tertutup kemungkinan pembangunan gagal dilaksanakan. Sebagai contoh, kegagalan mega proyek sejuta hektar lahan gambut Kalimantan Tengah, dimana petani transmigran yang telah ditempatkan berangsur-angsur meninggalkan lahan gambut karena berbagai masalah dan kendala akibat persyaratan pembangunan tidak dipenuhi. Berikut ini akan diuraikan secara singkat terkait dengan persyaratan pokok dan pelancar pembangunan pertanian.

### **Pasar produk dan sarana produksi**

Adanya permintaan pasar terhadap produk yang dihasilkan petani merupakan syarat pokok yang perlu dipenuhi atau dipersiapkan. Keberhasilan pengelolaan lahan gambut di Siantan dan Rasau Jaya Kalimantan Barat disebabkan oleh terbukanya permintaan pasar dengan dukungan prasarana jalan yang memadai, sehingga petani dapat memasarkan hasil buminya dengan harga yang layak. Hasil penelitian Noorginayuwati *et. al.* (2006), menunjukkan bahwa usahatani sayuran kangkung, sawi, bayam, seledri, gambas, dan kucai mampu menghasilkan nilai R/C lebih dari satu dengan kisaran 1,46-3,36 sehingga layak dilaksanakan. Kelayakan usaha tersebut menggambarkan bahwa syarat pokok adanya perangsang produksi bagi petani

telah terpenuhi. Lebih lanjut usahatani sayuran mampu memberikan sumbangan pendapatan keluarga sebesar Rp 3,25 juta atau 39,33% dari pendapatan total keluarga petani.

Pangsa pendapatan dari usahatani sayuran tersebut relatif rendah, karena luasan lahan yang mereka gunakan untuk sayuran relatif sempit, keterbatasan tenaga kerja, modal usaha, serta fluktuasi harga jual yang cukup tajam. Adanya fluktuasi harga jual produk pertanian sebenarnya menggambarkan keterbatasan daya serap pasar, sementara produk pertanian memiliki sifat mudah rusak, volume besar, dan musiman sehingga perlu terobosan untuk mengatasi masalah tersebut. Pengembangan agroindustri pengolahan hasil pertanian merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan daya jangkauan pasar (memperluas pasar) dan meningkatkan nilai tambah produk.

Kondisi yang hampir sama juga dialami petani Kelampangan, mereka harus cerdas memilih jenis tanaman dan luasan usahanya agar tidak merugi karena keterbatasan daya serap pasar. Usahatani jagung manis dan sayuran yang menjadi sumber utama pendapatan keluarga sejak puluhan tahun lalu masih tetap diusahakan di lahan pekarangan seluas 0,25 ha. Hasil penelitian Sutikno *et al.* (2007), menunjukkan bahwa luasan areal tanam sayuran kangkung dan sawi masing-masing hanya 0,06 ha dan 0,04 ha per kepala keluarga petani, mampu menghasilkan nilai R/C masing-masing 1,78 dan 2,28 yang berarti menguntungkan dan layak diusahakan. Namun petani enggan melakukan pengembangan usaha karena daya serap pasar terbatas. Petani pada umumnya memasarkan hasil kepada pedagang pengumpul yang kemudian diteruskan ke pedagang antar kabupaten dan pedagang pengecer di Palangkaraya, Kabupaten Kasongan, dan Kabupaten Gunung Mas.

Di sisi lain, kegagalan pembangunan pertanian di kawasan mega proyek sejuta hektar lahan gambut juga dipengaruhi oleh terbatasnya daya serap pasar dan kondisi infrastruktur, khususnya jalan yang tidak memadai. Pada tahun 2006, kinerja usahatani dari sekitar 8.327 kepala keluarga petani transmigran yang masih bertahan di kawasan mega proyek relatif rendah. Petani hanya mengandalkan usahatani padi sawah yang harganya relatif stabil, sementara usahatani palawija dan sayuran kurang berkembang karena daya serap pasarnya terbatas dan harga jualnya rendah (Ramli, 2007).

Lebih lanjut, ketersediaan sarana produksi dan peralatan pertanian secara lokal merupakan salah satu syarat pokok yang harus dipenuhi agar

pembangunan pertanian dapat berjalan. Di Siantan dan Rasau Jaya, Kalimantan Barat serta Kelampangan, Kalimantan Tengah, kondisi jalan menuju pasar (ibukota) provinsi cukup baik dan sarana transportasi tersedia, sehingga pengadaan sarana produksi lancar dengan tingkat harga bersaing. Sementara itu, lokasi transmigrasi mega proyek PLG relatif jauh dari pasar, baik ibukota provinsi maupun kabupaten di Kalimantan Tengah ataupun di Kalimantan Selatan. Akibatnya pengadaan sarana produksi dan peralatan pertanian kurang lancar dan harganya relatif tinggi.

Oleh karena itu, masalah daya serap pasar produk pertanian dan pengadaan sarana produksi serta peralatan pertanian, harus dijadikan sebagai bahan pertimbangan utama dalam merencanakan pengembangan pertanian lahan gambut. Bagi kawasan lahan gambut yang sudah dibuka dengan kondisi daya serap pasar produk yang terbatas, perlu upaya untuk meningkatkan daya serap pasar atau perluasan jangkauan pasar melalui pengembangan agroindustri pengolahan hasil. Upaya tersebut selain meningkatkan jangkauan pasar, juga dapat meningkatkan kualitas dan nilai tambah produk yang dihasilkan.

### **Kearifan budaya lokal**

Menurut Johnson (1992 *dalam* Sunaryo dan Joshi (2003), pengetahuan lokal (*indigenous*) adalah sekumpulan pengetahuan yang diciptakan oleh sekelompok masyarakat dari generasi ke generasi yang hidup menyatu dan selaras dengan alam. Pengetahuan seperti ini berkembang dalam lingkup lokal, menyesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan masyarakat.

Dengan demikian, pengetahuan lokal (*indigenous*) dapat dipandang sebagai sebuah akumulasi pengalaman kolektif dari generasi ke generasi yang dinamis dan yang selalu berubah terus-menerus mengikuti perkembangan zaman. Sistem pengetahuan petani bersifat dinamis, karena terus berubah sesuai dengan waktu dan interaksi dengan lingkungan yang berkembang. Pengetahuan ini juga merupakan hasil kreativitas dan inovasi atau uji coba secara terus-menerus dengan melibatkan masukan internal dan pengaruh eksternal dalam usaha untuk menyesuaikan dengan kondisi baru setempat.

Pengetahuan *indigenous* tidak dapat diartikan sebagai pengetahuan kuno, terbelakang, statis atau tak berubah. Pengetahuan *indigenous* berkembang dinamis melalui tradisi lisan dari mulut ke mulut atau melalui pendidikan informal dan sejenisnya dan selalu mendapatkan tambahan dari

pengalaman baru. Namun pengetahuan tersebut juga dapat hilang atau tereduksi karena tidak relevan dengan perubahan keadaan dan kebutuhan. Praktek-praktek pertanian di lahan gambut yang sekarang berkembang tidak lepas dari upaya petani-petani pioner yang dengan gigih menyasati kondisi alam yang penuh dinamika, bahkan adakalanya kurang bersahabat.

Penggalian terhadap kearifan budaya lokal di lahan gambut ini sudah dilakukan oleh para peneliti dari berbagai lembaga dan institusi, baik dari dalam maupun luar Indonesia, namun lebih menitikberatkan pada aspek antropologi dan ekologi. Beberapa kearifan budaya lokal dalam pertanian di lahan gambut berpotensi untuk dikembangkan seperti halnya sistem walik jerami di Jawa, sistem subak di Bali, dan sistem embung di Jawa Barat. Kearifan budaya lokal dalam pertanian di lahan gambut antara lain dikenal dengan tanam padi sistem banjar, yaitu sistem penyiapan lahan tajak-puntal-balik-hambur dan sistem persemaian taradak-ampak-lacak, serta sistem penataan lahan tongkongan yang sudah banyak dikenal dan diteliti.

Kearifan budaya lokal ini tentu saja sudah berakar di masyarakat sehingga dapat memperkaya inovasi yang terus berkembang. Kondisi ini menggambarkan bahwa persyaratan pokok teknologi yang terus berkembang dan persyaratan pelancar pendidikan pembangunan pertanian lahan gambut secara alami telah terpenuhi, sehingga memungkinkan pertanian lahan gambut terus berkembang.

Hasil penelitian dan penggalian informasi dari petani di Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat menunjukkan ada beberapa hal yang menarik dari masyarakat petani dalam berusahatani di lahan gambut (Noor dan Jumberi, 2009; Noordinayuwati *et al.*, 2006) antara lain:

1. Pengelolaan dan konservasi tanah dan air yang dikenal antara lain sistem handil, sistem anjir, dan sistem tabat.
2. Pengelolaan kesuburan tanah yang dikenal antara lain pemberian garam, abu, pengelolaan kompos (tajak-puntal-hambur) untuk padi sawah, dan melibur untuk tanaman tahunan seperti jeruk, kelapa, karet, dan pola pergiliran tanam untuk sayuran.
3. Peralatan pertanian yang merupakan produk lokal dan secara meluas digunakan di lahan rawa antara lain sundak, tajak, tatajuk, ranggaman, lanjung, tikar purun, gumbaun, kindai, kalumpu dan lain sebagainya.

4. Sistem sosial kemasyarakatan yang berhubungan dengan organisasi/kelompok seperti handil (saluran irigasi dan drainase) dipimpin oleh kepala handil, meliputi kawasan handil sepanjang 2-3 km dan berperan sebagai pengelola air dan pertanian setempat, termasuk perawatan saluran.

Pada saat ini, sebagian kearifan budaya lokal tersebut masih bertahan dan sebagian sudah mulai pudar atau hilang karena tuntutan perkembangan sosial budaya masyarakat. Teknologi kearifan budaya lokal yang dikembangkan oleh suatu komunitas pada umumnya akan berkembang secara luas dalam komunitas tersebut. Dan jika komunitas tersebut cukup terbuka dengan komunitas lainnya, maka teknologi kearifan budaya lokal itu juga dapat berkembang dengan cepat kepada komunitas lainnya.

Kearifan budaya lokal yang mudah berkembang biasanya berupa teknologi yang dianggap berdaya guna dan berhasil guna tinggi. Cangkul garpu yang dikembangkan oleh petani suku Jawa di Kelampangan berkembang dan digunakan secara luas di seluruh wilayah itu. Dalam hal ini transfer pengetahuan berlangsung dari mengamati, mencoba dan merasakan manfaatnya. Pola transfer atau adopsi teknologi seperti inilah yang menjadi kunci keberhasilan usahatani di lahan gambut yang dikenal sebagai lahan marjinal, penuh tantangan dan ketidakpastian.

#### **Dukungan infrastruktur**

Infrastruktur terutama jalan dan saluran air merupakan syarat pokok untuk pembangunan pertanian lahan gambut, karena jalan dan saluran air berfungsi sebagai urat nadi pembangunan di kawasan lahan gambut. Kawasan lahan gambut umumnya tidak memiliki jalan dan sarana transportasi yang memadai, karena lahan gambut sangat labil dan jalan yang dibangun cepat rusak. Padahal jalan memiliki peranan yang sangat vital, terutama untuk menyalurkan sarana produksi dan peralatan pertanian dari pasar ke lokasi pertanian, dan menyalurkan produk pertanian yang dihasilkan dari lokasi pertanian ke pasar. Sedangkan saluran air berfungsi untuk mengatur tata air bagi usaha pertanian, dan pengaturan irigasi tersebut sangat menentukan keberhasilan usahatani.

Untuk menjamin agar roda pembangunan pertanian di suatu kawasan lahan gambut dapat terus berputar, maka kondisi jalan, saluran irigasi, pintu-pintu air dan jembatan harus dapat berfungsi dengan baik. Kerusakan saluran

irigasi dan pintu air dapat menyebabkan kegagalan panen, dan kerusakan jalan dan jembatan menyebabkan kerugian karena hasil panen tidak terjual dan harga sarana produksi menjadi tinggi. Keberadaan jalan yang baik dan saluran irigasi yang memadai dapat memacu perluasan areal pertanian sekaligus meningkatkan produktivitas lahan. Sebaliknya, kerusakan infrastruktur jalan dan saluran irigasi akan menyebabkan lahan terlantar dan menjadi sarang hama dan inang penyakit tanaman, yang pada gilirannya dapat merusak dan menghancurkan usahatani di suatu hamparan pertanian.

Kegagalan pengembangan usaha pertanian di wilayah bukaan baru umumnya karena minimnya dukungan infrastruktur terutama jalan dan sarana transportasi, sehingga wilayah pengembangan tersebut seperti terisolir dari dunia luar. Biaya transportasi jadi mahal, pengadaan sarana produksi dan pemasaran hasil terhambat, sehingga pengembangan usahatani lambat bahkan terhenti. Kondisi tersebut dialami para transmigran di lokasi mega proyek sejuta hektar lahan gambut di Kalimantan Tengah.

Di lokasi mega proyek sejuta hektar lahan gambut blok A, B dan D terdapat sekitar 186.492 ha berpotensi tinggi untuk dijadikan lahan sawah dan palawija, serta 82.135 ha lahan gambut tipis untuk pengembangan tanaman pangan dan sayuran (Abdurachman dan Suriadikarta, 2000). Namun karena berbagai kendala antara lain keterbatasan tenaga kerja dan modal usaha serta kelancaran pengadaan sarana produksi dan pemasaran hasil, menyebabkan potensi lahan tersebut tidak dimanfaatkan secara optimal. Para transmigran rata-rata hanya mengelola sekitar satu hektar lahan per keluarga. Kondisi sarana transportasi yang kurang memadai menjadi kendala utama bagi pengadaan sarana produksi dan pemasaran hasil usahatani (Abdurachman dan Suriadikarta, 2000).

### **Kelembagaan ekonomi petani**

Dalam kehidupan komunitas petani, posisi dan fungsi kelembagaan petani merupakan bagian pranata sosial yang memfasilitasi interaksi sosial atau *social interplay* dalam suatu komunitas. Upaya pemberdayaan kelembagaan petani akan berhasil apabila tiga kata kunci utama dalam konteks kelembagaan, yaitu: norma, perilaku, kondisi dan hubungan sosial, dapat dimanfaatkan sebagai salah satu celah masuk (*entry-point*) upaya diseminasi teknologi (Suradisastra, 2008). Hal ini sangat penting dipahami terutama oleh para perencana pengembangan dan pembinaan petani di lapangan, karena

pertanian di lahan gambut tidak dapat dilakukan secara individu, tetapi harus merupakan satu kesatuan kawasan dalam luasan tertentu. Penataan air yang menjadi kunci keberhasilan dan keberlanjutan usahatani di lahan gambut merupakan salah satu pengikat antar individu petani dalam satu kawasan pengembangan usahatani lahan gambut.

Rasa kebersamaan di antara petani lahan gambut perlu terus ditumbuhkan, karena kendala dan permasalahan yang mereka hadapi cukup berat, baik yang bersifat teknis maupun non-teknis. Oleh karena itu, perlu adanya suatu wadah atau kelembagaan petani berupa organisasi dan seperangkat aturan yang dapat menyatukan berbagai jenis kegiatan atau kebutuhan masing-masing individu petani, sehingga lebih efisien dengan biaya yang lebih murah. Hingga saat ini, wujud kelembagaan petani yang umum terbentuk adalah organisasi kelompok tani, gabungan kelompok tani dan koperasi dengan seperangkat aturan yang menyertainya.

Melalui kelompok tani, gabungan kelompok tani, dan koperasi inilah para petani dibina dan sama-sama melakukan kegiatan usaha, mengupayakan pengadaan sarana produksi, dan memasarkan hasil usahatani, serta menyelesaikan berbagai permasalahan bersama. Semakin kuat organisasi dan kelembagaan petani, semakin banyak kendala dan permasalahan bersama yang dapat diatasi. Namun kenyataannya, kelembagaan ekonomi petani di kawasan pertanian lahan gambut umumnya tidak berfungsi dengan baik.

Menurut Sarwani dan Alihamsyah (2004), berbagai komoditas pertanian yang diusahakan di lahan pasang surut mampu memberikan hasil yang cukup tinggi, tetapi tidak dapat dipasarkan dengan baik karena kelembagaan pemasaran tidak berfungsi. Sebagai contoh, petani jeruk hanya menikmati 32-36% dari nilai akhir produk jeruk segar, sementara 53-56% dinikmati pedagang perantara, dan 11-14% merupakan biaya pemasaran. Kondisi ini menunjukkan betapa lemahnya posisi tawar petani karena tidak berfungsinya kelembagaan ekonomi petani. Oleh karena itu, disarankan untuk mendayagunakan kelompok tani dalam memasarkan hasil pertanian.

### **Keberlanjutan pengelolaan pertanian lahan gambut**

Konsep pertanian berkelanjutan pada lahan gambut sebenarnya bukan merupakan istilah yang tepat, karena lahan gambut bersifat labil terutama karena adanya penurunan permukaan (subsiden) yang disebabkan oleh pemadatan (consolidation) dan emisi CO<sub>2</sub> selama digunakan untuk usaha

pertanian. Subsiden tersebut bisa dikurangi dengan cara mengadopsi beberapa strategi pengelolaan yang benar mengenai air, tanah, dan tanaman. Namun pada akhirnya, lahan gambut terutama lahan gambut tipis akan berubah menjadi lahan mineral setelah gambutnya habis terdekomposisi, dan pertanian di atas lahan tersebut bukan lagi pertanian lahan gambut.

Meskipun demikian, konsepsi keberlanjutan pembangunan pertanian masih relevan untuk dipertahankan. Menurut Munasinghe (1993), pembangunan pertanian akan berkelanjutan apabila layak secara ekonomi, tidak menimbulkan kesenjangan sosial budaya (layak secara sosial), dan tidak menyebabkan penurunan kualitas lingkungan (layak secara ekologi). Berkaitan dengan pertanian dilahan gambut, (Rajaguguk, 2004 *dalam* Sagiman, 2007) menyatakan bahwa pertanian berkelanjutan diartikan sebagai suatu pertanian yang produktif dan menguntungkan, tetap melaksanakan konservasi terhadap sumber daya alam, dan mengupayakan seminimal mungkin dampak negatifnya terhadap lingkungan hidup.

Pengembangan lahan rawa secara lestari dan berwawasan lingkungan dapat terwujud apabila pemanfaatannya dilakukan secara bijaksana dan dikelola serasi dengan karakteristik, sifat, dan kelakuan lahan rawa, didukung oleh pembangunan prasarana fisik (terutama tata air), sarana, pembinaan sumber daya manusia dan penerapan teknologi spesifik lokasi (Maas, 2003). Untuk itu diperlukan rancangan kriteria lahan rawa yang layak konversi/reklamasi dengan memperhatikan gatra hidrologi dan hidrometri (tipologi luapan, kualitas dan kuantitas air), kualitas tanah, fungsi tandon air di rawa belakang (*backswamp*) dan ketersediaan bahan amelioran, serta sistem pengolahan tanahnya yang dijabarkan untuk spesifik lokasi. Kegiatan pengembangan lahan basah untuk produksi pertanian dapat terwujud apabila satuan-satuan kawasan pengembangan dibuat terpisah-pisah dengan luasan terbatas, kira-kira 2.000 - 3.000 ha tiap satuan (Darmanto, 2001 *dalam* Maas, 2003).

## Penutup

Lahan gambut mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat dan mahluk hidup yang berada di atas dan di sekitarnya, maupun masyarakat dunia. Lahan gambut berfungsi sebagai sumber kehidupan bagi masyarakat lokal, sekaligus memiliki berbagai peran ekologi seperti pengendali banjir dan pemanasan global serta tempat hidup beranekaragam hayati. Oleh

karena itu, pemanfaatan lahan gambut harus bijaksana dan direncanakan secara matang, baik dari aspek teknis maupun aspek sosial ekonomi dan lingkungan. Para perencana harus memiliki pemahaman yang komprehensif tentang sifat biofisik lahan gambut, kearifan lokal masyarakatnya, jenis tanaman yang akan diusahakan dan daya serap pasarnya, serta pilihan teknologi yang tepat dalam pengertian layak secara ekonomi, sosial dan ekologi, untuk mendukung pengembangan pertanian lahan gambut berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Perencanaan dan pelaksanaan pemanfaatan lahan gambut seyogianya dilakukan melalui pendekatan partisipatif dengan melibatkan semua pihak terkait, sehingga dapat terjalin kerjasama dan rasa kebersamaan untuk mencapai tujuan yang sama. Kegiatan operasional dilakukan secara bertahap dengan luasan terbatas, dan setiap satuan kawasan pengembangan dibuat secara terpisah-pisah dengan luasan 2.000-3.000 ha. Dengan luasan tersebut, kelayakan ekonomi (skala ekonomi), kelayakan sosial, dan kelayakan ekologi (lingkungan) dapat dipenuhi. Lebih lanjut, dengan luasan tersebut diharapkan upaya pembinaan, pengawasan kegiatan dan pengendalian dampak negatif relatif lebih mudah ditangani, sehingga pengembangan usahatani lahan gambut secara berkelanjutan dan ramah lingkungan dapat terwujud.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A. dan D.A. Suriadikarta, 2000. Pemanfaatan Lahan Rawa Eks. PLG Kalimantan Tengah untuk Pengembangan Pertanian Berwawasan Lingkungan. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol. 19 No. 3.
- Maas, A. 2003. Peluang dan konsekuensi pemanfaatan lahan rawa pada masa mendatang. Orasi Ilmiah Guru Besar bidang Ilmu Tanah pada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. 19 Juli 2003.
- Mosher, AT. 1968. Menggerakkan dan Membangun Pertanian. Yasaguna Jakarta.
- Munasinghe, M. 1993. Environmental Economic and Sustainable Development. The World Bank, Washington, D.C.
- Noorginayuwati, A. Rafieq, Y. Rina, M. Noor dan Achmadi, 2006. Penggalan Kearifan Lokal Petani untuk Pengembangan Lahan Gambut di Kalimantan. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Balai

Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Bogor.

- Noor, M. dan A. Jumberi, 2009. Perspektif Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. <http://www.wacananusantara.org/1/277/perspektif-pengembangan-pertanian-di-lahanrawa?PHPSESSID=ccae2bc14038904156fbe99308af6e81> diakses 28 Agustus 2009
- Noor, M. dan M. Sarwani. 2004. Pertanian di Lahan Gambut: Masa Lalu, Kini dan Besok. Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International. [www.peat-portal.net/view\\_file.cfm?fileid=296](http://www.peat-portal.net/view_file.cfm?fileid=296) diakses 13 Juli 2009.
- Ramli, R. 2007. Faktor Sosial Ekonomi, Kelembagaan dan Kebijakan untuk Mendukung Pengembangan Pertanian di Kawasan PLG. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa, tanggal 3-4 Agustus 2007 di Kuala Kapuas. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah.
- Sagiman, S. 2007. Pemanfaatan lahan gambut dengan Perspektif Pertanian Berkelanjutan. Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. 23 Juli 2007.
- Sarwani, M. dan T. Alihamsyah. 2004. Permasalahan, penanganan budidaya dan prospek agribisnis jeruk di lahan gambut. *dalam* Prosiding Lokakarya Pengelolaan Lahan Pasang Surut di Kalimantan Tengah. Palangkaraya, 16 Desember 2004.
- Sawit Wacht, 2009. Satu Lagi Kebenaran Tidak Nyaman: Peraturan Menteri Pertanian Ubah Lahan Gambut Indonesia. <http://www.wetlands.org/Portals/0/publications/Other%20publication/decreed%20ministry%20of%20agriculture%20-%20peatswamp.pdf> diakses 31 Januari 2011.
- Sunaryo dan L. Joshi. 2003. "Peranan Pengetahuan Ekologi Lokal dalam Sistem Agroforestri". World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Office. Bogor, Indonesia.
- Suradisatra, K. 2008. Strategi Pemberdayaan Kelembagaan Petani. Forum Penelitian Agro Ekonomi. Vol. 26. No. 2.
- Sutikno, H., Y. Rina, Noorginayuwati, dan A. Supriyo. 2007. Evaluasi Keragaan dan Ketersediaan Teknologi Budidaya Pertanian dan

Adopsinya di Lahan rawa. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Bogor.