

Sebaran Lahan Gambut, Luas & Cadangan Karbon Bawah Permukaan di Papua



Wahyunto
Suparto
Bambang H.
Hasyim Bhekti

**Sebaran Lahan Gambut, Luas dan
Cadangan Karbon Bawah Permukaan
di Papua**

Dipublikasikan oleh:

Wetlands International – Indonesia Programme

PO. Box 254/BOO – Bogor 16002

Jl. A. Yani 53 – Bogor 16161

INDONESIA

Fax.: +62-251-325755

Tel.: +62-251-312189

General e-mail: admin@wetlands.or.id

Web site: www.wetlands.or.id

www.wetlands.org

Dibiayai oleh:



Canadian
International
Development
Agency

Agence
canadienne de
développement
international

Sebaran Lahan Gambut, Luas dan Cadangan Karbon Bawah Permukaan di Papua

Wahyunto
Suparto
Bambang H.
Hasyim Bhukti



Bogor, Desember 2006

Sebaran Lahan Gambut, Luas dan Cadangan Karbon Bawah Permukaan di Papua

© Wetlands International - Indonesia Programme

Penulis : Wahyunto
Suparto
Bambang H.
Hasyim Bhekti

Editor : Dandun Sutaryo

Desain sampul : Triana

Tata Letak : Triana

Foto sampul depan : Dok. WI-IP

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Wahyunto, Suparto, Bambang H. dan Hasyim Bhekti
Sebaran Lahan Gambut, Luas dan Cadangan Karbon
Bawah Permukaan di Papua.
Bogor: Wetlands International - IP, 2006
xvi + 117 hlm; illus.; 15 x 23 cm
ISBN: 978-979-16412-0-3

Saran kutipan :

Wahyunto, Suparto, Bambang H., dan Hasyim Bhekti. 2006. *Sebaran Lahan Gambut, Luas dan Cadangan Karbon Bawah Permukaan di Papua*. Proyek *Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia*. Wetlands International – Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor.

Silahkan mengutip isi buku ini untuk kepentingan studi dan/atau kegiatan pelatihan dan penyuluhan dengan menyebut sumbernya.

Kata Pengantar

Luas lahan rawa gambut di Indonesia diperkirakan 20,6 juta hektar atau sekitar 10,8 persen dari luas daratan Indonesia (Dwiyono dan Rachman, 1996; Subagio, 1998; Wibowo dan Suyatno, 1998). Dari luas tersebut sekitar 7,97 juta hektar atau 38,7%-nya terdapat di Papua. Lahan rawa gambut dan vegetasi yang tumbuh di atasnya, merupakan bagian dari sumberdaya alam yang antara lain mempunyai fungsi untuk pelestarian sumberdaya air, pencegah banjir, pencegah intrusi air laut, pendukung kehidupan keanekaragaman hayati dan pengendali iklim.

Atas dukungan biaya dari Dana Pembangunan Perubahan Iklim Kanada melalui Proyek CCFPI (*Climate Change, Forest and Peatlands in Indonesia*) telah dilakukan inventarisasi data dan monitoring lahan rawa gambut di Papua yang berbasis teknologi Penginderaan Jauh/ Citra Satelit dan Sistem Informasi Geografi. Data yang dihimpun berasal dari tahun 1990 dan 2001, mencakup informasi mengenai ketebalan gambut, jenis/tingkat kematangan, luasan dan penyebaran sifat fisika-kimia terutama bobot isi dan kandungan C-organik, serta estimasi cadangan karbon bawah permukaan.

Kajian mengenai kondisi lahan gambut ini menggunakan beberapa sumber baik yang berupa atlas / peta tematik maupun citra satelit. Peta dan atlas yang digunakan antara lain **(a)** peta dan data 'Atlas Sumberdaya Tanah Explorasi Indonesia' skala 1:1000.000 (Puslitbang Tanah dan Agroklimat, 2000), **(b)** Peta *Land System and land Suitability* Irian skala 1:250.000 (RePPPOT, 1986), **(c)** Peta Tanah Tinjau Daerah

Merauke dan Boven Digul skala 1:250.000 (Puslit. Tanah, 1985 & 1986), **(d)** Peta Ekologi Vegetasi (Biotrop, 2000). Citra satelit yang digunakan adalah Landsat Thematic Mapper-5 dan Landsat Thematic Mapper-7, MODIS tahun 1990-2001. Sumber data dan informasi lainnya adalah hasil dari berbagai kegiatan Survei dan Pemetaan Tanah yang telah dilakukan oleh Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Wetlands International – Indonesia Programme dan Departemen Pekerjaan Umum/ Kimpraswil. Data pendukung untuk kajian antara lain data topografi, geologi dan tanah.

Untuk menghitung cadangan karbon yang terdapat pada tanah gambut bawah permukaan (*below ground carbon*), 3 (tiga) asumsi utama yang diacu dalam buku ini. Pertama, data ketebalan gambut dihimpun dari hasil kegiatan penelitian dan pemetaan yang dilakukan oleh berbagai institusi (Puslitbang Tanah dan Agroklimat, RePPPProT, UGM, dan Kimpraswil/ Departemen Pekerjaan Umum) dan dianggap telah mewakili kondisi ketebalan gambut wilayah studi. Kedua, gambut dengan ketebalan <50 cm walaupun menurut beberapa rujukan dianggap bukan gambut tetap diperhitungkan untuk pengukuran cadangan karbonnya. Ketiga, batas maksimum ketebalan gambut yang dihitung adalah 3 meter. Dasar dari asumsi ketiga ini adalah data dan informasi bahwa ketebalan gambut di Papua umumnya tidak lebih dari 3 meter.

Sampai akhir tahun 2006 secara administratif Wilayah Papua (dulunya Provinsi Irian Jaya) terbagi menjadi 2 provinsi yaitu Provinsi Papua dan Provinsi Irian Jaya Barat. Dalam rancangan Peraturan Presiden tentang Rencana Tata Ruang Pulau Papua, Dirjen Penataan Ruang, Departemen Pekerjaan Umum (versi 7 September 2005), Provinsi Papua akan dimekarkan lagi menjadi 2 provinsi, sehingga Pulau Papua akan terbagi menjadi 3 wilayah provinsi, Yakni Propinsi Irian Jaya Barat, Irian Jaya Timur dan Papua. Sehubungan dengan hal tersebut, dalam buku ini penyajian wilayah administrative mengacu pada Raperpres Pulau Papua, Departemen PU tahun 2005 walaupun propinsi Irian Jaya Timur belum difinitif.

Kami menyadari bahwa data/informasi yang tercantum dalam buku ini masih jauh dari sempurna, hal ini dikarenakan banyaknya faktor-faktor pembatas yang dihadapi dalam menghimpun data. Namun demikian kami berharap semoga informasi ini dapat menjadi salah satu masukan bagi para cendekiawan, pengambil dan pembuat kebijakan dalam rangka pengelolaan lahan gambut di Papua secara berkelanjutan. Dengan mengetahui lokasi dan luas lahan gambut pada masing-masing kabupaten di Papua, diharapkan para pengelola akan dapat lebih berhati-hati dalam mengarahkan pembangunannya mengingat lahan gambut bersifat labil, mudah mengalami subsiden, bila kering sangat mudah terbakar, padahal jika dipertahankan dengan baik fungsi dan manfaatnya sangat banyak bagi berbagai kehidupan di atasnya dan disekitarnya.

Kepada semua pihak yang telah terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan buku ini kami ucapkan banyak terima kasih. Semoga jerih payah yang telah saudara sumbangkan dalam buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua demi lestariannya lahan gambut di Indonesia pada umumnya dan Papua pada khususnya.

Bogor, Desember 2006

Penyusun

Daftar Isi

	<i>Halaman</i>
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	4
1.3 Keluaran	4
2 METODE PENDEKATAN	5
2.1 Kompilasi Data dan Analisis Citra Satelit	6
2.2 Pengolahan Data untuk Mengintegrasikan Data/ Informasi Gambut dan Data Hasil Analisis Citra Satelit	7
2.3 Pendugaan Cadangan Karbon Bawah Permukaan	7
2.3.1 Pengukuran Luas Lahan	8
2.3.2 Pengukuran Ketebalan Gambut	8
2.3.3 Penentuan Tingkat Kematangan	10

2.3.4	Esimasi Bobot Isi C-organik.....	11
2.3.5	Rumus Perhitungan Pendugaan Cadangan Karbon Bawah Permukaan	13
2.4	Penyusunan Laporan dan Penyajian Peta-peta	15
3	PENGERTIAN LAHAN BASAH, LAHAN RAWA DAN RAWA GAMBUT	17
3.1	Pengertian Lahan Basah, Lahan Rawa dan Rawa Gambut	17
3.2	Pengertian Tanah Gambut	20
3.3	Pembentukan Tanah Gambut	21
4	FUNGSI DAN MANFAAT TANAH GAMBUT	25
4.1	Kondisi Umum Tanah Gambut	25
4.2	Karakteristik dan Kesuburan Tanah Gambut	27
4.2.1	Sifat Fisik	29
4.2.2	Sifat Kimia dan Kesuburan	30
4.3	Manfaat Lahan Gambut	34
4.3.1	Nilai Penting Lahan Gambut	34
4.3.2	Peran dan Manfaat Gambut Sebagai Sumber Air	39
5	KEADAAN UMUM DAERAH	43
5.1	Kawasan Hutan	44
5.2	Posisi Kawasan terhadap Permukaan Laut/ Pantai	46
5.3	Lereng	47
5.4	Relief / Topografi	47

5.5	Geologi dan Geomorfologi	49
5.6	Iklm	50
5.7	Hidrologi	51
5.7.1	Sifat Umum Aliran Sungai dan Pantai	51
5.7.2	Tata Air	53
5.7.3	Kualitas Air	54
5.8	Tanah Gambut di Papua	57
6	PETA DAN SEBARAN LAHAN GAMBUT DI PAPUA	59
6.1	Pemetaan Tanah dan Lahan Gambut yang Telah Dilakukan di Papua	59
6.2	Peta Sebaran Gambut dan Cadangan Karbon Bawah Permukaan di Papua	60
6.3	Luas dan Penyebaran Lahan Gambut	61
6.3.1	Provinsi Papua	67
6.3.2	Provinsi Irian Jaya Timur	77
6.3.3	Provinsi Irian Jaya Barat	84
7	CADANGAN KARBON BAWAH PERMUKAAN DI LAHAN GAMBUT	91
7.1	Provinsi Papua	94
7.2	Provinsi Irian Jaya Timur	98
7.3	Propinsi Irian Jaya Barat	100
8	KESIMPULAN	105
	DAFTAR PUSTAKA	109

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Nilai rerata bobot isi/bulk density (BD) dan kadar C-organik pada tiap jenis/ tingkat kematangan gambut di Papua - Indonesia	12
Tabel 2.	Lembar penghitungan cadangan karbon bawah-permukaan	14
Tabel 3.	Kandungan hara pada tiga tipologi tanah gambut	32
Tabel 4.	Sifat Kimia indikatif tanah gambut ombrogen dan topogen di Indonesia	32
Tabel 5.	Nilai penting dan manfaat lahan rawa gambut	36
Tabel 6.	Kawasan hutan di Papua	45
Tabel 7.	Luas lahan di Papua menurut ketinggian tempat	46
Tabel 8.	Luas lahan berdasarkan kemiringan lereng di Papua	47
Tabel 9.	Kualitas air Sungai Digul, S. Kia dan S. Womut, Papua	55
Tabel 10.	Hasil analisis contoh air beberapa sungai dan rawa di daerah Papua	56
Tabel 11.	Perkiraan luas dan penyebaran lahan rawa gambut di Indonesia menurut beberapa sumber	58
Tabel 12.	Luas lahan rawa gambut berdasarkan tingkat kedalaman/ ketebalannya di seluruh Papua	63

Tabel 13.	Luas lahan gambut di masing-masing propinsi di Seluruh Papua	64
Tabel 14.	Luas lahan gambut pada masing masing tingkat kedalaman di seluruh Papua, tahun 2000-2001	65
Tabel 15.	Luas lahan gambut di masing-masing wilayah kabupaten di Propinsi Papua	68
Tabel 16.	Luas lahan gambut berdasarkan tingkat kedalaman/ ketebalannya di Propinsi Papua	70
Tabel 17.	Luas lahan gambut berdasarkan tingkat kedalaman / ketebalan di masing-masing Wilayah Kabupaten di Propinsi Papua tahun 2000-2001	72
Tabel 18.	Luas lahan rawa gambut berdasarkan tingkat kedalaman/ ketebalannya di Propinsi Irian Jaya Timur	78
Tabel 19.	Luas lahan gambut di masing-masing wilayah Kabupaten di Propinsi Irian Jaya Timur	79
Tabel 20.	Luas lahan dan ketebalan gambut di masing-masing wilayah Kabupaten di Propinsi Irian Jaya Timur	81
Tabel 21.	Luas lahan gambut berdasarkan tingkat kedalaman/ ketebalannya di Propinsi Irian Jaya Barat	84
Tabel 22.	Luas lahan gambut pada masing-masing Kabupaten di Propinsi Irian Jaya Barat	85

Tabel 23.	Luas lahan gambut berdasarkan tingkat kedalaman di masing-masing Kabupaten di Propinsi Irian Jaya Barat	87
Tabel 24.	Cadangan karbon bawah permukaan lahan gambut di masing-masing Propinsi di Papua	92
Tabel 25.	Cadangan karbon bawah permukaan lahan gambut masing-masing Kabupaten di Propinsi Papua	97
Tabel 26.	Cadangan karbon bawah permukaan pada masing-masing Kabupaten di Propinsi Irian Jaya Timur	99
Tabel 27.	Cadangan karbon bawah permukaan pada masing-masing kabupaten di Propinsi Irian Jaya Barat	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Peta Indikasi sebaran lahan gambut di Indonesia	2
Gambar 2.	Lokasi pengamatan dengan tiga plot permanen berada pada tiga zona kedalaman gambut yang berbeda	9
Gambar 3.	Bor Eijkelkamp untuk menduga ketebalan gambut dan mengambil contoh gambut	10
Gambar 4.	Luas lahan gambut berdasarkan tingkat kedalaman/ ketebalannya di seluruh Papua	63

Gambar 5.	Luas lahan gambut di masing-masing propinsi di seluruh Papua	64
Gambar 6.	Peta sebaran gambut seluruh Papua	66
Gambar 7.	Luas lahan gambut di P. Dolak, P. Komolom dan di masing-masing wilayah Kabupaten di Propinsi Papua	68
Gambar 8.	Luas lahan gambut berdasarkan tingkat kedalaman/ ketebalannya di Propinsi Papua	70
Gambar 9.	Peta sebaran gambut Propinsi Papua	73
Gambar 10.	Luas lahan gambut berdasarkan tingkat kedalaman/ ketebalannya di Propinsi Irian Jaya Timur	78
Gambar 11.	Luas lahan gambut di masing-masing wilayah Kabupaten di Propinsi Irian Jaya Timur	80
Gambar 12.	Peta sebaran lahan gambut di Propinsi Irian Jaya Timur	82
Gambar 13.	Luas lahan gambut berdasarkan tingkat kedalaman/ ketebalannya di Propinsi Irian Jaya Barat	84
Gambar 14.	Luas lahan gambut pada masing-masing wilayah Kabupaten di Propinsi Irian Jaya Barat	86
Gambar 15.	Peta sebaran gambut di Propinsi Irian Jaya Barat	88
Gambar 16.	Cadangan karbon bawah permukaan tanah gambut pada masing-masing Propinsi, di Seluruh Papua	93

Gambar 17.	Cadangan karbon bawah permukaan tanah gambut di seluruh Papua berdasarkan tingkat kedalamannya	94
Gambar 18.	Jumlah cadangan karbon bawah permukaan tanah gambut di Propinsi Papua, berdasarkan tingkat kedalaman gambut	95
Gambar 19.	Cadangan karbon bawah permukaan lahan gambut di masing-masing Kabupaten di Propinsi Papua	96
Gambar 20.	Cadangan karbon bawah permukaan lahan gambut pada masing-masing Kabupaten di Propinsi Irian Jaya Timur	98
Gambar 21.	Cadangan karbon bawah permukaan lahan gambut di Propinsi Irian Jaya Timur berdasarkan kedalaman gambutnya	100
Gambar 22.	Cadangan Karbon bawah permukaan pada masing masing kabupaten di Propinsi Irian Jaya Barat	101
Gambar 23.	Cadangan karbon bawah permukaan di Propinsi Irian Jaya Barat berdasarkan kedalaman gambutnya	103

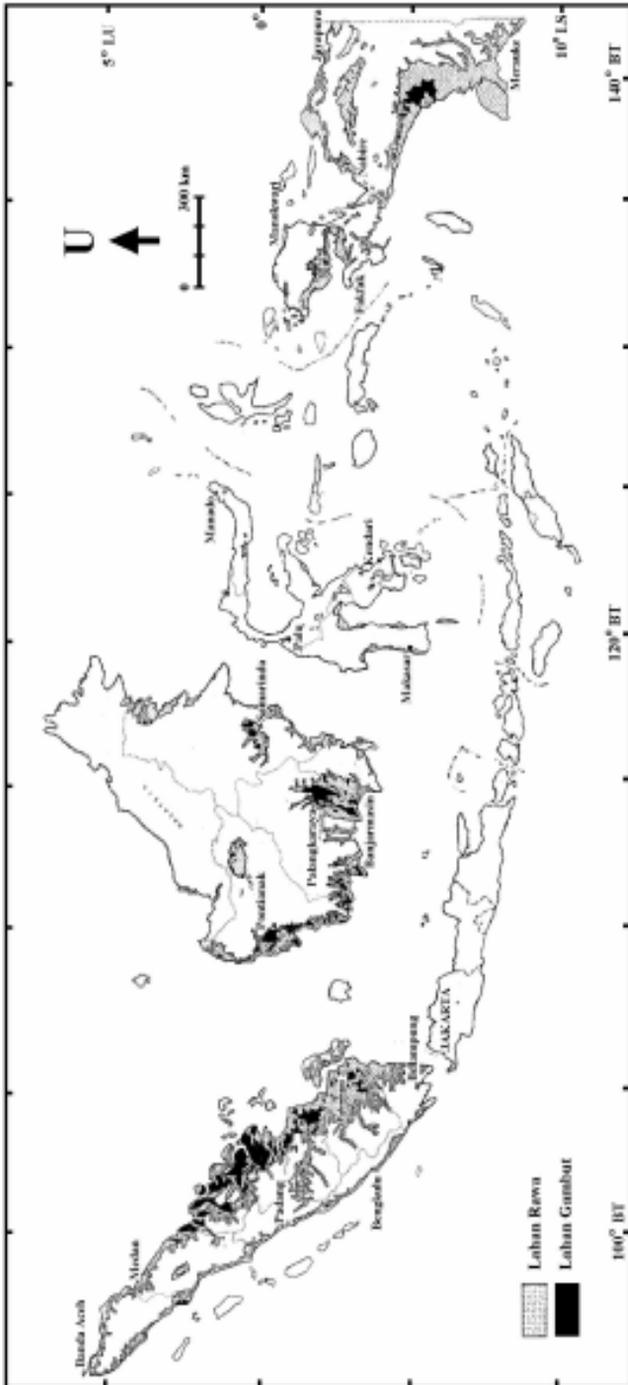
Bab 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Lahan rawa gambut merupakan salah satu sumberdaya alam yang mempunyai fungsi hidro-orologi dan fungsi lingkungan lain yang penting bagi kehidupan dan penghidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Nilai penting inilah yang menjadikan lahan rawa gambut harus dilindungi dan dipertahankan kelestariannya. Untuk dapat memanfaatkan sumber daya alam termasuk lahan rawa gambut secara bijaksana perlu perencanaan yang teliti, penerapan teknologi yang sesuai dan pengelolaan yang tepat. Dengan tiga langkah di atas mutu dan kelestarian sumber daya alam dan lingkungannya dapat dipertahankan untuk menunjang pembangunan yang berkelanjutan (Wahyunto *et al.*, 2003). Untuk dapat menjalankan tiga langkah di atas diperlukan data dasar yang antara lain berupa data spasial lahan gambut dan informasi mengenai sifat karakteristik lahan gambut tersebut.

Lahan rawa gambut di Indonesia cukup luas, yaitu sekitar 20,6 juta ha atau 10,8 % dari luas daratan Indonesia. Lahan rawa gambut tersebut sebagian besar terdapat di 4 (empat) pulau besar, yaitu Sumatera 35%, Kalimantan 32%, Sulawesi 3% dan Papua 30% (Wibowo dan Suyatno, 1998; Wahyunto *et al.*, 2003). Peta indikasi penyebaran gambut di Indonesia disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Indikasi Sebaran Gambut di Indonesia. (Sumber : Subagjo, 1998)

Kajian lahan rawa gambut dalam lingkup wilayah yang luas (regional) memerlukan waktu yang lama dan biaya yang besar sehingga dapat memperlambat kegiatan kajian. Kendala ini dapat diatasi dengan memanfaatkan teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) dan Sistem Informasi Geografi yang mampu menyajikan data tentang sebaran dan karakteristik lahan rawa gambut tersebut dalam kurun waktu yang relatif cepat, obyektif, dan mutakhir. Teknologi Inderaja dan Sistem Informasi Geografi cocok untuk diterapkan di negara kepulauan seperti Indonesia, dimana banyak pulau-pulainya yang letaknya terpencil dan sulit dijangkau. Citra satelit mampu mempertinggi kehandalan dan efisiensi pengumpulan data/ informasi wilayah lahan rawa gambut dan lingkungannya (Lillesand and Keifer, 1994; Tejasukmana *et al.*, 1994). Namun demikian tetap harus disertai adanya pengecekan atau pengamatan lapang.

Wahyunto *et al.*, 1989, 1992 dan 1995, mendeteksi keberadaan lahan rawa gambut dan penyebarannya melalui analisis citra satelit di daerah Jambi, Pesisir Selatan Sumatra Barat dan Pulau Kalimantan melalui pendekatan analisis fisiografi/ *landform* dengan ditunjang oleh data/ informasi topografi dan geologi. Indikator yang digunakan dalam mendeteksi keberadaan lahan rawa gambut pada citra satelit antara lain: kondisi drainase permukaan (*wetness*), pola aliran, relief/ topografi dan tipe penggunaan lahan/ vegetasi penutup. Dari hasil analisis citra satelit ini kemudian dilakukan pengecekan lapangan pada daerah perwakilan (*key areas*). Tingkat penyimpangan hasil analisis dengan kondisi lapangan bervariasi antara 20 sampai 30 %. Kajian secara khusus tentang inventarisasi sebaran dan luas lahan rawa gambut secara khusus dengan menggunakan teknologi Inderaja juga telah dilakukan di Pulau Sumatra dan Kalimantan disertai dengan estimasi cadangan kandungan karbon bawah permukaan (*below ground carbon*) di kedua pulau tersebut (Wahyunto *et al.*, 2003). Kajian untuk inventarisasi sebaran dan luas lahan rawa gambut di Papua dan estimasi cadangan karbon bawah permukaan dilakukan dengan mengacu prosedur yang telah dilakukan oleh Wahyunto *et al.*, 2003, namun belum disertai dengan validasi lapangan. Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran umum tentang kondisi lahan rawa gambut dan cadangan karbon di Papua.

1.2. Tujuan

Kegiatan ini bertujuan untuk :

- a. Melakukan identifikasi dan inventarisasi sebaran dan luas lahan rawa gambut di Papua skala 1:250.000 untuk kondisi tahun 2000-2001.
- b. Melakukan estimasi kandungan karbon lahan rawa gambut di Papua berdasarkan peta sebaran gambut Papua tahun 2000-2001.

1.3. Keluaran

Dari kegiatan yang dilakukan menghasilkan produk berupa:

- a. Peta Sebaran lahan rawa gambut di Papua skala 1:250.000 dan disajikan dalam format A3 (30 cm x 42 cm).
- b. Data dan informasi tentang karakteristik lahan rawa gambut di Papua tahun 2000- 2002.
- c. Estimasi cadangan karbon bawah permukaan lahan rawa gambut di Papua.

Bab 2

Metode Pendekatan

Kegiatan identifikasi dan inventarisasi lahan rawa gambut di Papua dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan penyebaran lahan rawa gambut di Papua. Data dan informasi ini selanjutnya digunakan untuk menduga cadangan karbon bawah permukaan (*below ground carbon*) di lahan rawa gambut tersebut.

Dalam identifikasi lahan rawa gambut terdapat 2 (dua) hal penting untuk diketahui yaitu karakteristik atau sifat tanah dan faktor lingkungannya. Karakteristik atau sifat tanah dapat dikenali melalui pengamatan di lapangan dan analisis contoh tanah di laboratorium. Karakteristik atau sifat tanah yang perlu diketahui adalah tingkat kematangan, ketebalan dan kandungan unsur hara. Sedangkan faktor lingkungan meliputi keadaan drainase permukaan tanah, vegetasi penutup, penggunaan lahan dan litologi dapat diamati secara langsung di lapangan dan melalui analisis citra satelit.

Dalam analisis citra satelit untuk identifikasi lahan rawa gambut hanya faktor lingkungan yang dipelajari dan diklasifikasikan, dan faktor lingkungan tersebut pada umumnya mempunyai hubungan dengan sifat-sifat tanahnya (Gossen, 1967; Van Zuidam, 1978). Melalui analisis secara *visual*, *digital* dan *multi temporal* dan hasil pengamatan lapangan akan didapatkan informasi tentang tipe dan penyebaran lahan rawa gambut. Analisis citra satelit hasil rekaman tahun 1990 – 2001 dilakukan untuk identifikasi keberadaan gambut dan penyebarannya melalui pendekatan identifikasi jenis tumbuhan spesifik atau tipe vegetasi yang tumbuh di daerah tersebut sebagai penciri keberadaan lahan rawa gambut di suatu

wilayah (AARD and LAWOO, 1992; Buurman and Balsem, 1988; Bahri dan Dai, 1989). Tumbuhan spesifik yang umumnya tumbuh di lahan rawa gambut tersebut dalam citra satelit akan tampak (tergambar) dengan kenampakan yang khusus pula dan berbeda dengan kenampakan yang bukan lahan rawa gambut. Dalam analisis ini juga diperkuat dengan data/ peta topografi dan litologi untuk meningkatkan ketelitian hasil analisis. Informasi mengenai sifat-sifat dan karakteristik jenis gambut didasarkan pada hasil-hasil kegiatan penelitian sebelumnya.

Data dan informasi penyebaran lahan rawa gambut dan estimasi cadangan karbon bawah permukaan di Papua diperoleh melalui analisis data secara visual dan digital dari citra satelit Landsat Thematic Mapper (TM) hasil rekaman tahun 1990 – 2001. Sebagai penunjang analisis digunakan data informasi hasil survei pemetaan tanah tinjau yang telah dilakukan oleh Pusat Penelitian Tanah tahun 1985 dan 1986, dan Peta-peta Land Unit skala 1:250.000 terbitan RePPPProT tahun 1985 dan 1986. Disamping itu digunakan juga peta-peta Geologi skala 1:250.000 – 1:1.000.000 terbitan Direktorat Geologi Bandung.

Pelaksanaan kegiatan identifikasi dan inventarisasi lahan rawa gambut serta estimasi cadangan karbon di Papua dilakukan melalui tahapan kegiatan berikut ini : (1) analisis citra satelit dan data/ peta pendukung di laboratorium, (2) pengolahan data untuk mengintegrasikan data/ informasi yang berhasil dihimpun dan data hasil analisis citra satelit, tentang tipe, sebaran, ketebalan dan luasan gambut, (3) penghitungan cadangan/ kandungan karbon bawah permukaan, dan (4) penyusunan laporan dan penyajian peta-peta tentang sebaran lahan rawa gambut dan kandungan karbon bawah permukaan.

2.1. Kompilasi Data dan Analisis Citra Satelit

Analisis citra satelit dengan didukung data/ peta geologi dan topografi dilakukan untuk mendeleniasi penyebaran dan luasan lahan rawa gambut di Papua, selanjutnya disajikan dalam peta analisis dan interpretasi sebaran lahan rawa gambut dan kandungan karbon. Citra satelit Landsat MSS-5

(*Multi Spectral Scanner*) dan Citra satelit Landsat Thematic Mapper-7 (TM-7) hasil rekaman tahun 1990 sampai tahun 2001 (keduanya saling melengkapi) dianalisis untuk mengetahui kondisi lahan rawa gambut dan sebarannya dengan menggunakan pendekatan pengenalan jenis/ tipe penutupan vegetasi yang mengindikasikan adanya lahan rawa gambut di Papua. Data/ informasi mengenai tipe gambut, sebaran, ketebalan dan luasannya merujuk kepada: (i) hasil kegiatan penelitian dan pemetaan tanah tinjau di Papua pada tahun 1985 dan 1986 yang telah dilaksanakan oleh Pusat Penelitian Tanah (ii) Peta tanah Eksplorasi skala 1:1.000.000 terbitan Puslitbang Tanah dan Agroklimat tahun 2000 dan (iii) Peta *Land System* Propinsi Irian Barat terbitan RePPProt, 1985 – 1986.

2.2. Pengolahan data untuk mengintegrasikan data/ informasi gambut dan data hasil analisis citra satelit

Peta-peta hasil analisis citra satelit tentang sebaran lahan rawa gambut, ditelaah dan dibahas bersama oleh tim penyusun untuk menyempurnakan dan menyeragamkan informasi gambut yang dihimpun dari berbagai sumber, dalam hal ini citra satelit digunakan sebagai acuan (*guide*) terutama untuk mengetahui keberadaan dan penyebaran lahan rawa gambut. Pada wilayah-wilayah tertentu dilakukan analisis ulang citra satelit untuk menyempurnakan dan memperhalus hasil analisis tahap sebelumnya sesuai dengan data dukung yang ada. Selanjutnya disusun peta sebaran gambut skala 1:250.000. Data pada peta ini selanjutnya digunakan untuk menghitung cadangan karbon setiap jenis lahan rawa gambut.

2.3. Pendugaan cadangan karbon bawah permukaan

Informasi yang harus ada untuk melakukan penghitungan cadangan karbon (C) bawah permukaan, pada lahan rawa gambut adalah: (1) Volume gambut (2) tingkat kematangan gambut (3) bobot isi (Bulk density) gambut

dan (4) kandungan C organik. Volume gambut dapat diketahui dengan mengalikan ketebalan rata-rata lapisan gambut pada setiap 'mapping unit/ poligon' dengan luas mapping unit tersebut. Ketebalan gambut dan tingkat kematangannya diketahui dari pengamatan lapangan. Penentuan bobot isi (*bulk density*) merujuk kepada hasil analisis laboratorium beberapa contoh tanah gambut yang telah dilakukan di beberapa lokasi di Kalimantan (Tabel 1), dengan pertimbangan secara geografis relatif dekat dengan Papua, dan memiliki karakteristik iklim mikro yang hampir sama. Kandungan karbon/ C-organik ditentukan dengan mengacu beberapa hasil penelitian dan pemetaan Pusat Penelitian Tanah dan IPB yang telah dilakukan terdahulu di daerah Papua.

2.3.1. Pengukuran luas lahan

Penentuan luas lahan secara sederhana dapat dilakukan dengan mengalikan panjang dan lebar lahan. Namun pada kenyataan di lapangan, mengukur luas lahan tidak semudah yang dibayangkan karena bentuk dan topografi lahan yang bervariasi. Untuk keperluan tersebut, maka dapat dipergunakan peta sebaran gambut dengan segala kelengkapan informasinya pada skala kecil (1:250.000) sebagai dasar untuk membatasi (*delineation*) dan menghitung luas areal lahan rawa gambut. Dalam kegiatan ini, luas lahan rawa gambut di daerah Papua, dihitung secara otomatis di komputer berdasarkan areal masing-masing satuan peta tanah gambut sesuai dengan skala petanya (1:250.000).

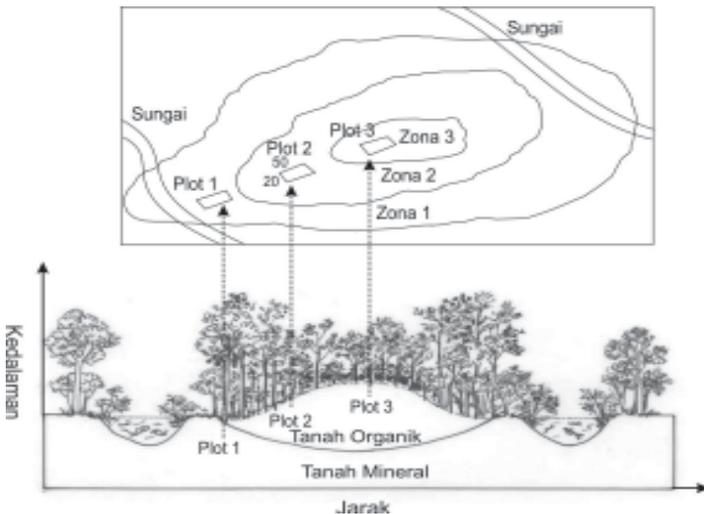
2.3.2. Pengukuran ketebalan gambut

Pengukuran ketebalan gambut dilakukan pada sebuah titik/ lokasi pengamatan (*boring, minipit, profil tanah*) yang dilakukan pada beberapa plot agar diketahui rata-rata ketebalan gambut di daerah/poligon tersebut (Gambar 2). Tahapan-tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

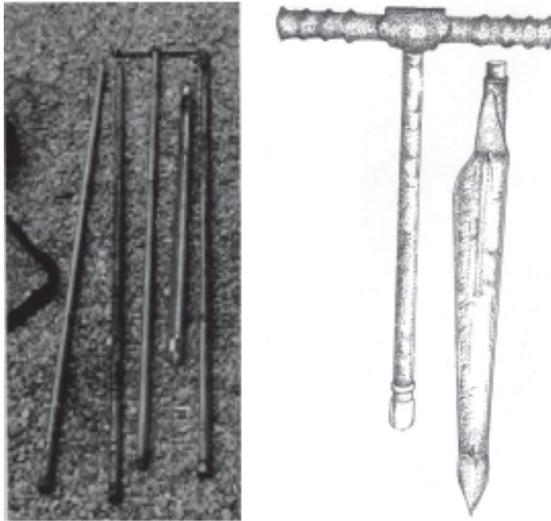
- Masukan bor gambut atau bor Eijkelpamp yang dimodifikasi (Gambar 3) secara bertahap. Angkat bor untuk dicatat kedalamannya dan diambil contoh tanahnya, apabila bor belum mencapai lapisan mineral maka sambungkan dengan batang bor berikutnya. Ulangi pencatatan pada setiap penyambungan bor sampai mencapai tanah mineral.

Untuk praktisnya, bor dapat diganti dengan tongkat kayu atau besi begel panjang yang ujungnya diruncingkan dan sebagian sisi ujungnya disudet agar contoh tanah mineral dapat sedikit terambil dan terlihat jelas sebagai tanda telah mencapai lapisan mineral. Modifikasi ini mempunyai kekurangan karena contoh tanah gambut dari berbagai kedalaman tidak dapat terambil.

- Selain ketebalan gambut, juga dicatat sifat-sifat tanah gambut lainnya seperti : jenis kematangan gambut, perubahan warna, kelembaban lapisan atas (kering/ basah/ lembab diamati secara visual), kongresi arang (ada tidaknya gambut bekas terbakar), dan sebagainya.



Gambar 2. Lokasi pengamatan dengan tiga plot permanen berada pada tiga zona kedalaman gambut yang berbeda



Gambar 3. Bor Eijkelkamp untuk menduga ketebalan gambut dan mengambil contoh gambut

2.3.3. Penentuan tingkat kematangan gambut

Menurut **Key to Soil Taxonomy** (Soil Survey Staff, 1998) tingkat kematangan/ pelapukan tanah gambut dibedakan menjadi 3 macam berdasarkan tingkat dekomposisi dari bahan (serat) tanaman asalnya. Ketiga tingkat kematangan tersebut adalah : (1) fibrik, (2) hemik dan (3) saprik. Karena pentingnya tingkat kematangan ini untuk diketahui, maka untuk memudahkan pencirian di lapangan, definisi tentang serat-serat ini harus ditetapkan terlebih dahulu. Pengertian atau definisi serat adalah sebagai berikut:

- Serat-serat diartikan sebagai potongan-potongan dari jaringan tanaman yang sudah mulai melapuk (tidak termasuk akar-akar yang masih hidup) dan masih memperlihatkan adanya struktur sel dari tanaman asalnya. Potongan-potongan serat mempunyai ukuran diameter £ 2 cm, sehingga dapat diremas dan mudah diceraikan – beraikan dengan jari.

- Potongan-potongan kayu berdiameter > 2 cm dan belum melapuk sehingga sulit untuk dicerai-beraikan dengan jari, seperti potongan-potongan cabang kayu besar, batang kayu dan tunggul **tidak dianggap** sebagai serat-serat, tetapi digolongkan sebagai **fragment kasar**.

Cara penetapan tingkat kematangan/ pelapukan tanah gambut di lapangan adalah dengan mengambil segenggam tanah gambut (hasil kegiatan butir 2.3.2 di atas) kemudian diperas dengan telapak tangan secara pelan-pelan. Perhatikan sisa-sisa serat yang tertinggal dalam telapak tangan :

- Bila kandungan serat yang tertinggal dalam telapak tangan setelah pemerasan adalah tiga perempat bagian atau lebih ($\frac{3}{4}$), maka tanah gambut tersebut digolongkan kedalam jenis **fibrik**.
- Bila kandungan serat yang tertinggal dalam telapak tangan setelah pemerasan adalah antara tiga perempat sampai seperempat bagian ($\frac{3}{4}$ - $\frac{1}{4}$), maka tanah gambut tersebut digolongkan kedalam jenis **hemik**.
- Bila kandungan serat yang tertinggal dalam telapak tangan setelah pemerasan adalah sama dengan atau kurang dari seperempat bagian ($\leq \frac{1}{4}$) maka tanah gambut tersebut digolongkan kedalam jenis **saprik**.

Cara lain untuk mendukung penggolongan tingkat kematangan/ pelapukan tanah gambut tersebut adalah dengan memperhatikan warnanya. 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*.

2.3.4. Esimasi *bobot isi* (BD) dan kandungan C-organik

Penetapan bobot isi (*Bulk Density/ BD*) tanah gambut dapat dilakukan secara langsung dengan menggunakan metode bentuk bongkahan atau *clod* (Golavanov A.J., 1967 dan Notohadiprawiro, 1983), tetapi kedua

metode ini menghasilkan angka-angka BD yang lebih besar karena kandungan air dalam bongkahan gambut masih tinggi. Untuk itu, pengukuran bobot isi tanah gambut, lebih banyak dilakukan di laboratorium dengan menggunakan *ring core*. Dalam metode *ring core* ini, untuk menghilangkan kandungan air dalam contoh, maka tanah gambut dikeringkan dalam oven (suhu 105° C selama 12 jam) dan diberi tekanan 33 – 1500 kPa, sehingga tanah menjadi kompak dan stabil.

Kandungan C-organik dalam tanah gambut tergantung tingkat dekomposisinya. Umumnya pada tingkat dekomposisi lanjut seperti hemik dan saprik akan memperlihatkan kadar C-organik lebih rendah dibanding dengan fibrik. Proses dekomposisi menyebabkan berkurangnya kadar C dalam tanah gambut.

Bobot isi merupakan perbandingan berat volume kering dengan berat volume basah. Nilai Bobot Isi (BD) akan dipakai dalam penghitungan cadangan karbon lahan rawa gambut (lihat rumus pada penghitungan cadangan/ kandungan karbon). Dalam kegiatan ini, karena sangat terbatasnya data/informasi tentang BD tanah gambut di Papua, maka digunakan data/informasi BD tanah gambut di Kalimantan, dengan pertimbangan lokasi geografis dan kondisi lahan rawa gambut Papua yang relatif mirip dengan Pulau Kalimantan. Nilai kisaran dan rerata Bobot Isi (BD) dan kadar C-Organik pada berbagai tingkat kematangan gambut, yang digunakan untuk menghitung cadangan karbon di Papua disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rerata bobot isi/bulk density (BD) dan kadar C-organik pada tiap jenis/ tingkat kematangan gambut di Papua - Indonesia

No.	Tingkat kematangan Gambut	Bobot Isi (BD) (gram/cc)	C-Organik (%)
		Rerata	Rerata
1.	Fibrik	0,13	35,92
2.	Hemik	0,23	30,53
3.	Saprik	0,27	28,27
4.	Peaty/mineral bergambut sangat dangkal *	0.32	15,40

Catatan :

- Pada lahan rawa gambut dengan status mineral bergambut (*peaty soil*) yang umumnya ditemukan pada lahan rawa gambut sangat dangkal atau dengan ketebalan < 50 cm, umumnya tidak dikategorikan sebagai tanah gambut. Tidak dikategorikannya mineral bergambut ke dalam tanah gambut adalah karena mineral bergambut memiliki nilai BD yang tinggi —sebagai akibat dari adanya mineral— dan kandungan C-organik yang rendah. Tetapi, meskipun memiliki kandungan C organik yang rendah, dalam penghitungan cadangan karbon di lahan rawa gambut, kategori ini tetap diperhitungkan.
- Informasi kajian tanah gambut, khususnya bobot isi/bulk densiti (BD) di Papua sangat terbatas sekali dan penulis tidak mendapatkan data tersebut. Dengan pertimbangan sebaran geografis dan kondisi lahan rawa gambut relatif mirip dengan Pulau Kalimantan dan kemiripan kondisi iklim makronya, maka nilai BD gambut Papua mengacu nilai BD gambut di Kalimantan.

2.3.5. Rumus perhitungan pendugaan cadangan karbon bawah permukaan

Parameter yang digunakan dalam perhitungan cadangan karbon adalah luas lahan rawa gambut, kedalaman atau ketebalan tanah gambut, bobot isi (BD) dan kandungan karbon (C-organik) pada setiap jenis tanah gambut (Ritung, S. dan Wahyunto, 2003). Persamaan yang digunakan untuk penghitungan tersebut adalah :

$$\text{Cadangan karbon (KC)} = B \times A \times D \times C$$

Dimana :

- KC = Cadangan karbon bawah permukaan (*below ground carbon store*) dalam ton
- B = Bobot isi (BD) tanah gambut dalam gr/cc atau ton/m³
- A = Luas tanah gambut dalam m²
- D = Ketebalan gambut dalam meter
- C = Kadar karbon (C-organik) dalam persen (%)

Semua hasil pengukuran di atas ditabulasikan dalam Lembar Pengamatan seperti pada **Tabel 2**. Cadangan karbon tanah gambut di Papua dihitung pada kondisi tahun 2000-2001.

Tabel 2. Lembar penghitungan cadangan karbon bawah-permukaan

2. 4. Penyusunan Laporan dan Penyajian Peta-peta

Pada tahap penyusunan laporan dan penyajian peta, disusun laporan yang berisi deskripsi secara terinci mengenai karakteristik lahan rawa gambut yang meliputi informasi mengenai jenis, ketebalan, sifat fisika dan kimia, dan jumlah cadangan karbon. Data sebaran gambut dan cadangan karbon disajikan dalam "**Peta Sebaran Gambut dan Cadangan Karbon**" pada kondisi tahun 2000-2001. Secara kartografis penyebaran lahan rawa gambut dan kandungan karbon di Papua disajikan dalam Atlas peta-peta berukuran A3 dengan pertimbangan lebih praktis namun masih tetap komunikatif, dan *handy* dalam berbagai tujuan/pemanfaatan oleh pengguna.

Bab 3

Pengertian Lahan Basah, Lahan Rawa dan Rawa Gambut

3.1. Pengertian Lahan Basah, Lahan Rawa dan Rawa Gambut

Untuk memberikan pengertian tentang lahan basah, ada beberapa definisi yang diberikan oleh para ahli dan lembaga yang berkompeten. Tiga definisi yang umum dipakai dalam kajian tentang lahan basah adalah sebagai berikut:

- Menurut Konvensi Ramsar (1971)

Wetlands are defined as: "areas of marsh, fen, peatland or water, whether natural or artificial, permanent or temporary, with water that is static or flowing, fresh, brackish or salt, including areas of marine water the depth of which at low tide does not exceed six metres"

- Menurut Bakosurtanal (1994)

Wetland can be defined as a natural or artificial landscape located on transition between land and water/ saline water ecosystem that permanently, periodically or temporary inundated. So Wetland could be grouped into : fresh water wetland: uncultivated and cultivated fresh water wetland and brackish / saline wetland; uncultivated and cultivated brackish/ saline wetland.

- Menurut Lyon and Carthy (1995)

Wetlands are defined as areas which area periodically or permanently inundated with water which are typically characterized by vegetation that requires saturated soil for growth and reproduction. This definition includes areas commonly referred to as bogs, fens, marshes, sloughs swamps and wet meadows.

Untuk memberikan pengertian tentang lahan rawa, diuraikan definisi Menurut Widjaya Adhi (1992) dan Subagyo (1997) dan Menurut PP No. 27 Tahun 1991 sebagai berikut:

- Lahan rawa adalah lahan yang menempati posisi peralihan di antara daratan dan system perairan. Lahan ini sepanjang tahun atau selama waktu yang panjang dalam setahun selalu jenuh air (*waterlogged*) atau tergenang. Menurut Widjaya Adhi (1992) dan Subagyo (1997)
- Menurut PP No. 27 Tahun 1991 yang dinamakan lahan rawa adalah genangan air secara alamiah yang terjadi terus menerus atau musiman akibat drainase alamiah yang terhambat dan mempunyai ciri-ciri khusus baik fisik, kimiawi maupun biologis. Penjelasan lebih lanjut dalam Kep.Men 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.

Widjaya Adhi (1992) dan Subagyo (1997) juga menjelaskan mengenai perbedaan antara rawa dan danau adalah bahwa rawa ditumbuhi oleh berbagai tumbuhan air (*aquatic*) seperti rumput-rumputan, gelagah dan pohon, genangannya relative dangkal airnya tidak bergerak atau tidak mengalir (*stagnant*) dan tanah dasarnya berupa lumpur, sedangkan danau memiliki kondisi yang relative berlawanan dengan rawa.

Untuk lahan gambut atau rawa gambut, terutama untuk daerah tropika tidak terdapat suatu definisi yang dapat memberikan suatu batasan yang sangat tegas. Beberapa istilah yang mempunyai pengertian kurang lebih sama dengan lahan rawa gambut lebih banyak merujuk pada daerah-daerah beriklim sedang (*temperate*). Beberapa istilah yang merujuk pada “tempat yang mengandung akumulasi bahan organik” antara lain :

- **Bog** : A wetland that accumulates peat with no significant hydrological inflow or outflow that supports acidophilic mosses, particularly sphagnum.
- **Fen** : A wetland that accumulates peat that receives some drainage from surrounding mineral soil and usually supports marsh like vegetation.
- **Peatland** : A generic term of any wetland that accumulates partially decayed plant matter.
- **Mire** : Synonymous with any peat-accumulating wetland. (European definition)
- **Moor** : Synonymous with any peat-accumulating wetland (European definition). A high moor is a raised bog, while a low moor is a peatland in a basin or depression that is not elevated above it's perimeter.

Seluruh definisi di atas bersumber pada Mitsch & Gosselink.(1986) & NC Division of Coastal Management DENR. (Tersedia pada halaman web: <http://www.delineationsplus.com/articles.cfm?id=5> (12/Jan/2006).

3.2. Pengertian Tanah Gambut

Kata Gambut diambil dari nama suatu desa, yaitu desa Gambut (kini kecamatan Gambut), yang terletak sekitar 10 km di sebelah timur kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, dimana untuk pertama kalinya padi berhasil dibudidayakan pada pesawahan tanah gambut (Subagjo, 2002). Tanah gambut adalah tanah-tanah jenuh air, terbentuk dari endapan yang berasal dari penumpukan sisa-sisa (residu) jaringan tumbuhan masa lampau yang melapuk dengan ketebalan lebih dari 50 cm. Tanah organik disebut *veen* dalam bahasa Belanda. Di dunia internasional, dengan beredarnya sistem Klasifikasi Tanah /*Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 1999) tanah gambut yang biasanya disebut *organic soils*, *bog soils*, tanah merawang (*half-bog soils*), *mucks*, atau *peats* dikelompokkan menjadi satu ordo tanah tersendiri yang disebut Histosols. Histosols: 'merupakan tanah yang secara dominan tersusun dari bahan tanah organik, berupa sisa-sisa jaringan tumbuh-tumbuhan (*histos = tissue = jaringan tumbuh-tumbuhan*)'. Dalam klasifikasi tanah di Indonesia tanah gambut diklasifikasi sebagai 'Organosol'.

Berdasarkan versi terakhir Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2003), untuk mengklasifikasi suatu jenis tanah sebagai Histosol, diperlukan 3 kriteria, yakni : (i) tersusun dari bahan tanah organik, (ii) tingkat perombakan/ pematangan atau dekomposisi bahan organik, dan (iii) ketebalan dan bobot isi dari bahan tanah organik. Tanah dapat dikategorikan sebagai gambut bila mengandung sekurang-kurangnya 12-18% C organik, tergantung fraksi mineralnya. Bila fraksi mineral liatnya 0%, paling sedikit C organik 12%, sedangkan bila fraksi liatnya >60%, maka C organiknya harus lebih 18%. Ketebalannya sendiri, minimal harus 40 cm jika BD (Bobot Isi) $\geq 0,1 \text{ g/cm}^3$, atau 60 cm bila BD-nya $< 0,1 \text{ g/cm}^3$.

Pakar pertanian di Indonesia (dalam konteks pengembangan pertanian) menggunakan batasan ketebalan minimal 50 cm, dan kandungan bahan organik >18% sebagai batas antara tanah gambut dan tanah mineral. Tanah gambut yang ketebalannya < 50 cm disebut tanah mineral bergambut (*peaty soil*). Lapisan tanah di bawah gambut, dapat berupa liat non marine (yang mempunyai kesuburan baik), liat marin (yang mengandung pirit), dan pasir kuarsa (yang tidak subur, sebaiknya dikonservasi dan tidak untuk budidaya pertanian).

Pada klasifikasi Taksonomi tanah (Soil Survei Staff, 1999), tingkat kematangan tanah gambut (*peat soil decomposition*) dijabarkan dalam 3 kategori yaitu saprik, hemik dan fibrik atau folis. Saprik adalah tanah gambut yang sudah matang, seratnya tinggal sedikit, yaitu <17% dari volume. Hemik adalah tanah gambut yang agak matang, sebagian bahan organiknya sudah benar-benar lapuk, dan sebagian lagi masih berupa serat, kandungan seratnya sekitar 17-75% dari volume). Fibrik atau folis adalah tanah gambut yang masih mempunyai banyak serabut atau daun yang belum terlapuk, volume seratnya >75% dari volume keseluruhan.

3.3. Pembentukan Tanah Gambut

Beberapa ahli memperkirakan bahwa hutan gambut mulai berkembang pada saat kenaikan permukaan air laut eustatik, yang terjadi pada pasca zaman glacial telah stabil. Ketika itu sungai-sungai banyak mengendapkan lapisan berliat/ berlumpur sehingga terbentuk tanggul-tanggul dan dataran banjir. Rawa-rawa kemudian berkembang di belakang tanggul. Semakin tinggi deposit bahan debu dan liat yang terjadi, semakin berkurang pula kadar garam pada rawa-rawa itu, sehingga vegetasi bakau yang ada digantikan oleh tumbuhan daratan. Karena kondisi lingkungan yang relatif masih payau, kandungan sulfida tinggi, dan selalu tergenang air, maka proses dekomposisi terhambat. Sebagai akibatnya, terjadi penumpukan serasah yang semakin tebal sehingga membentuk tanah gambut. Gambut yang terbentuk dengan proses ini disebut **gambut ombrogen**. Tanah gambut yang terbentuk tidak lagi dipengaruhi oleh air pasang surut dan tidak mendapat pasokan air sungai (air yang terdapat di dalamnya hanya berasal dari hujan, dan vegetasi hutan yang tumbuh juga hanya bergantung pada air hujan) biasanya miskin unsur hara (*oligotrofik*) dan bersifat masam.

Gambut dapat pula terbentuk pada daerah cekungan yang drainasenya buruk/ jelek. Karena akumulasi gambut berjalan relatif lambat, maka lapisan yang terbentuk relatif tipis (kurang dari 1 meter). Tipe ini disebut **gambut topogen** dan umumnya terbentuk di bagian pedalaman dataran

pantai, namun dapat juga terbentuk di daerah yang terkena pengaruh pasang surut. Rawa gambut topogen biasanya masih mendapat pasokan air dari aliran permukaan, sehingga memiliki unsur hara yang relatif tinggi dibanding gambut ombrogen.

Pembentukan gambut di dataran pantai di Indonesia dan Serawak, Malaysia dimulai pada akhir Jaman Es (*Glacial periods*), sewaktu kenaikan muka laut mulai berhenti, dan dataran pantai yang luas dan delta-delta mulai terbentuk (Subagyo *et al.*, 1990). Umur endapan gambut dapat ditentukan dengan menggunakan teknik **C¹⁴ carbon dating**. Driesen (1978) menduga umur gambut antara 4000 sampai 5000 tahun (Periode Glacial Wurm). Tanah gambut selalu terbentuk di tempat yang kondisinya jenuh air atau tergenang, misalnya cekungan-cekungan di daerah pelembahan, rawa bekas danau, atau di daerah depresi / basin di dataran pantai diantara dua sungai besar. Pada cekungan-cekungan tersebut terdapat bahan organik dalam jumlah banyak yang dihasilkan oleh tumbuhan alami yang telah beradaptasi dengan lingkungan jenuh air. Lingkungan yang jenuh air dan tergenang mencegah penghancuran dan mineralisasi bahan organik sehingga terbentuk timbunan bahan organik yang merupakan gambut topogen atau gambut air tanah. Anderson (1964 dalam Mutalib *et al.* 1991) menyebutnya sebagai *Valley peat* yang menempati pelembahan sempit diantara sungai-sungai kecil, pada landscape perbukitan rendah di atas dataran pantai. Karena tempat terbentuknya gambut berada di daerah rendah, gambut akan menerima bahan-bahan mineral yang dibawa banjir. Mineral yang terbawa banjir ini jenisnya bervariasi sesuai dengan jenis mineral dan tipe batuan di daerah yang menjadi sumber mineral tersebut. Mineral-mineral inilah yang menjadikan *gambut topogen* lebih subur di banding dengan *gambut ombrogen*.

Apabila daerah depresi di mana terdapat gambut topogen yang cukup dangkal, maka massa gambut yang terus bertambah tebal, akan segera tumbuh di atas permukaan air tanah. Gambut yang terus tumbuh tidak lagi terkena banjir, dan tidak lagi menerima tambahan hara melalui air tanah. Pasokan hara satu-satunya berasal dari air

hujan. Gambut yang terbentuk disebut *gambut ombrogen*, atau gambut air hujan. Pada tahap awal gambut diendapkan secara cepat kemudian tertimbun secara lambat. Penguraian terjadi lebih lambat di pusat rawa (cekungan) yang masam, sehingga menjadikan bahan organik yang tertimbun mempunyai bentuk seperti kubah (Mackinnon, *et al.* 2000).

Hutan rawa gambut terbentuk di daerah pesisir sebagai lahan basah pesisir, maupun jauh di darat sebagai lahan basah daratan. Tipe lahan basah ini berkembang terutama di dataran rendah dekat daerah pesisir, di belakang hutan bakau di sekitar sungai atau danau (Wetlands International - Indonesia Programme, 1997).

Aliran air yang berasal dari hutan gambut bersifat asam dan berwarna hitam atau kemerah-merahan, sehingga di kenal dengan nama 'sungai air hitam'. Sungai-sungai air hitam yang ada di hutan rawa gambut memiliki jenis fauna relatif sedikit, karena kemasaman airnya kurang sesuai bagi sebagian besar fauna air.

Beberapa species tumbuhan dapat beradaptasi dengan baik di daerah rawa bergambut. Di Indonesia, ada beberapa species indikator yang mencirikan suatu hutan rawa gambut antara lain : Ramin (*Gonystylus bancanus*), Suntai (*Palaquium burckii*), Semarum (*Palaquium microphyllum*), Durian burung (*Durio carinatus*), Terentang (*Camnosperma auriculata*) dan Meranti Rawa (*Shorea spp.*).



(Foto: Yus Rusila Noor)

Bab 4

Fungsi dan Manfaat Tanah Gambut

4.1. Kondisi Umum Tanah Gambut

Tanah gambut mempunyai penyebaran pada lahan rawa, yaitu lahan yang menempati posisi peralihan di antara ekosistem daratan dan ekosistem perairan. Sepanjang tahun atau selama waktu yang panjang dalam setahun, lahan ini selalu jenuh air (*waterlogged*) atau tergenang air. Tanah gambut menempati cekungan, depresi, atau bagian-bagian terendah di pelebahan, dan penyebarannya terdapat di dataran rendah sampai dataran tinggi. Yang paling dominan adalah lahan rawa gambut yang terdapat pada lahan rawa di dataran rendah sepanjang dataran pantai. Hamparan lahan rawa gambut yang sangat luas, umumnya menempati depresi-depresi yang terdapat di antara aliran sungai–sungai besar di dekat muara, dimana gerakan naik turunnya air tanah dipengaruhi pasang surut harian air laut. Pola penyebaran dataran dan kubah gambut adalah terbentang pada cekungan luas di antara sungai–sungai besar, dari dataran pantai ke arah hilir sungai.

Apabila lahan pasang surut termasuk lahan rawa gambut di suatu wilayah dibuka untuk pertanian, maka harus dibuat saluran-saluran berukuran besar (saluran primer dan sekunder) untuk mengeringkan lahan. Dampak negatif dari digalinya saluran-saluran tersebut adalah air tanah berangsur turun dan lahan berangsur mengering. Pada lahan rawa gambut yang di bawahnya terdapat bahan sulfidik, berakibat bahan sulfidik khususnya pirit menjadi terbuka (*exposed*) di udara dan mengalami oksidasi. Keberadaan bahan sulfidik pada akhirnya menjadi permasalahan utama karena bersifat racun bagi tanaman, sehingga hampir semua tanaman pertanian mati, atau tidak

mampu tumbuh dalam kondisi ekstrim tersebut. Hanya beberapa jenis rumput liar (misalnya purun), dan jenis-jenis tumbuhan semak dan kayu tertentu (seperti gelam) yang sanggup tumbuh dalam kondisi tanah yang masam ekstrim. Di lapangan, dalam kondisi asli tereduksi, bahan sulfidik dalam tanah berujud sebagai lapisan mineral atau gambut berwarna kelabu hitam dan berbau 'busuk' atau berbau seperti 'telur busuk' karena senyawa sulfida (H_2S) yang dikandungnya. Secara khusus, letak atau posisi kedalaman bahan sulfidik didalam tanah benar-benar sangat menentukan potensinya untuk pertanian. Semakin dangkal letak lapisan bahan sulfidik di dalam tanah, semakin besar permasalahannya, semakin dalam posisinya semakin baik pula potensinya.

Akibat yang nyata dari cara pembukaan lahan rawa gambut yang tidak memperhatikan sifat lahan, adalah perubahan sifat hidrofilik-reduktif menjadi hidrofobik-oksidatif. Pada tanah gambut yang mempunyai lapisan pirit di bawahnya akan mengalami oksidasi, sehingga terjadi pemasaman lahan dan lingkungan, kemudian selanjutnya menjadi lahan tidur, mati suri atau bongkor karena tidak dapat ditanami (Widjaja Adhi, 1997). Perkiraan sementara adalah hampir 60-70% dari sekitar 2 juta ha lahan rawa yang telah direklamasi menjadi lahan tidur/ bongkor (Maas, 2002). Selanjutnya dalam kondisi oksidasi, tanah gambut akan mengalami dekomposisi lebih cepat sehingga penurunan permukaan gambut (*subsident*) juga terjadi lebih cepat. Sebagai contoh pembukaan lahan rawa gambut melalui pembuatan saluran drainase yang menghubungkan Sungai Kahayan, Kapuas dan Barito serta anak-anak sungai lainnya (total panjang saluran 2.114 km), telah mengakibatkan perubahan pola tata air dan kualitasnya. Pembuatan saluran drainase, terutama SPI (Saluran Primer Induk), telah memotong kubah gambut yang mengakibatkan terjadinya penurunan (*subsidence*) dan pengeringan permukaan tanah gambut serta oksidasi pirit yang bersifat racun dan masam. Senyawa-senyawa beracun ini kemudian masuk pada saluran dan perairan sungai. Kejadian ini telah mengakibatkan kematian ikan secara masal di Sungai Mengkatip dan anak-anak Sungai Barito (Hartoto *et al*, 1997). Disamping itu, pembuatan saluran drainase juga mengakibatkan penurunan produktivitas perikanan terutama hilangnya kolam-kolam beje di beberapa desa seperti Dadahup, Lamunti, dan Terantang (Kartamihardja, 2002). Kerusakan yang lebih besar adalah terjadinya

kekeringan yang mengakibatkan kebakaran tanah gambut baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Dengan demikian pembakaran atau kebakaran gambut secara tidak langsung juga menyumbang semakin tingginya lahan tidur/ bongkor di lahan rawa.

Salah satu faktor kunci keberhasilan pengembangan pertanian di lahan rawa gambut, selain meningkatkan kesuburannya adalah mengendalikan tinggi muka air di dalamnya sehingga gambut tetap basah tapi tidak tergenang dimusim hujan dan tidak kering di musim kemarau. Pengaturan tinggi muka air yang tepat juga dimaksudkan agar proses pencucian bahan beracun berjalan dengan lancar sehingga tercipta media tumbuh yang baik tanaman.

Berkurangnya atau hilangnya kawasan gambut pada sektor pertanian berakibat menurunnya produktifitas lahan, bahkan menyebabkan banjir pada musim hujan, dan kering pada musim kemarau. Jika kondisinya sudah demikian, usaha pendalaman saluran untuk mengatasi banjir, dan pembuatan saluran baru untuk mempercepat pengeluaran air malah berdampak lebih buruk lagi. Yang terjadi, lahan menjadi kering dan masam, usaha pertanian tidak dapat dilakukan lagi, lahan menjadi bongkor mati suri, dan mudah terbakar.

4.2. Karakteristik dan Kesuburan Tanah Gambut

Hamparan gambut di daerah tropika terbentuk melalui proses regresi-transgresi laut karena mencairnya es di kutub pada zaman Holocen (Istomo, 2005). Untuk tanah gambut di Papua pembentuk tanah gambut sangat dipengaruhi oleh tumbuhan sagu, semak belukar dan glagah dan alang-alang, sehingga disinyalir berat jenis (Bulk Density-BD) tanahnya lebih rendah dari tanah gambut di daerah lainnya. Karena kandungan sulfida yang tinggi dan tergenang air, maka proses dekomposisi terhambat, sehingga terjadi penumpukan serasah, dan secara perlahan-lahan terjadilah akumulasi bahan organik yang akhirnya membentuk endapan gambut dengan ketebalan yang bervariasi tergantung keadaan topografi tanah mineral di bawah tanah gambut.

Gambut di Indonesia termasuk gambut di Papua sebagian besar adalah gambut ombrogen (miskin hara-oligotrofik), umumnya terdapat pada daerah cekungan, sehingga masukan hara hanya dari air hujan. Ketersediaan hara essential sangat rendah terutama N, P, K, Ca, Zn, Cu dan Si dan nilai pH dalam kisaran 3-4. Ketersediaan hara dan nilai pH tersebut semakin menurun dengan meningkatnya ketebalan gambut (Andriessse, 1988; Radjaguguk, 1991 dalam Istomo, 2005).

Gambut mempunyai kemampuan sangat besar dalam menyerap dan mengikat air. Besarnya kemampuan ini secara langsung berhubungan dengan ukuran pori, jumlah ruang pori dan permeabilitas yang kesemuanya berkaitan dengan bobot isi (*bulk density*) dan kandungan serat, yang pada umumnya dipengaruhi oleh tingkat dekomposisi bahan organik. Kebanyakan tanah gambut akan menyusut (*shrinkage*) bila kering. Gambut dengan tingkat kematangan saprik yang dikeringkan sampai pada suhu 105° C dapat menyusut sampai 75% atau lebih tergantung pada jumlah mineral liatnya. Penyusutan tidak balik ditentukan oleh dekomposisi dan komposisi bahan organik.

Tidak adanya pasokan hara dari air tanah dan sungai, menjadikan vegetasi yang tumbuh di gambut ombrogen akan tumbuh dalam siklus hara yang terbatas. Adanya kehilangan hara akibat proses pencucian atau terbawa keluar oleh air gambut menjadikan gambut ombrogen semakin miskin unsur hara. Kondisi tersebut gambut ombrogen memiliki vegetasi dengan tipe yang khas. Pada bagian tanah gambut yang relative dangkal, perakaran tumbuhan masih dapat mencapai tanah mineral atau gambut topogen. Pada bagian tersebut akan berkembang *mixed forest* dengan pohon-pohon yang besar dan tumbuhan bawah yang lebat. Semakin ke tengah ketebalan gambut umumnya juga semakin bertambah dan terdapat *deep peat forest* yang memiliki tumbuhan dengan ukuran lebih kecil dan memiliki keragaman jenis yang lebih kecil dibandingkan vegetasi di bagian tepi. Pada bagian tengah tanah gambut, berkembang vegetasi *padang forest* yang terdiri pohon-pohon kayu kecil dan jarang, pandan dan semak-semak. Perubahan dari *mixed forest* menjadi *deep peat forest* terdapat pada kedalaman gambut sekitar 3 meter atau lebih (Widjaya-Adhi, 1986).

4.2.1. Sifat Fisik

Sifat dan karakteristik fisik tanah gambut ditentukan oleh dekomposisi bahan itu sendiri. Kyuma, (1987) menyatakan bahwa nilai kerapatan lindak sangat ditentukan oleh tingkat pelapukan/dekomposisi bahan organik, dan kandungan mineralnya.

Oleh karena lahan rawa gambut jenuh air dan 'longgar' dengan BD rendah ($0,05-0,40 \text{ g/cm}^3$), gambut mempunyai daya dukung beban atau daya tumpu (*bearing capacity*) yang rendah. Akibat dari sifat ini jika tanah gambut dibuka dan mengalami pengeringan karena drainase, gambut akan 'kempes" atau mengalami *subsidence*', dimana terjadi penurunan permukaan tanah gambut. Kecepatan penurunan gambut cenderung lebih besar pada gambut dalam. Chambers (1979) dalam kajiannya di Delta Upang, Sumatera Selatan, menyimpulkan bahwa gambut dangkal (30-80 cm) setelah pembukaan selama 8 tahun di daerah ini mengalami penurunan antara 2-5 cm per tahun. Daerah yang mengalami penurunan terbesar adalah daerah yang digunakan untuk pertanian intensif. Faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan permukaan gambut tersebut, antara lain adalah: (1) pembakaran waktu pembukaan dan setelah panen; (2) oksidasi karena drainase yang berlebihan, (3) dekomposisi dan pengolahan tanah, dan (4) pencucian (Driessen and Sudewo, 1975).

Sifat lain yang merugikan adalah bila tanah gambut mengalami pengeringan yang berlebihan, menyebabkan koloid gambut menjadi rusak dan terjadi gejala kering tak balik (*irreversible drying*). Pada kondisi seperti ini gambut berubah seperti arang dan tak mampu lagi untuk menyerap hara dan menahan air, dan kondisi demikian akan merugikan pertumbuhan tanaman dan vegetasi. Daya menahan air dari gambut bervariasi, karena adanya interaksi yang kompleks dari berbagai sifat tanah gambut tersebut. Jumlah air tersedia bagi tanaman pada jenis hemik lebih tinggi daripada fibrik. Pada jenis saprik, meskipun air pada kapasitas lapang tinggi, tetapi kadar air pada titik layu permanen juga tinggi, karena itu banyak tanah gambut saprik yang mempunyai kadar air tersedia lebih rendah daripada gambut hemik (Driessen, 1978).

Kerapatan lindak atau bobot isi (*bulk density* : BD) gambut umumnya berkisar antara 0,05 sampai 0,40 gram/cm³. Tingkat dekomposisi juga

menjadi acuan dalam klasifikasi tanah. Dalam Taksonomi Tanah (Soil Survey Staff, 1998), tanah gambut atau Histosols diklasifikasi kedalam 4 (empat) sub-ordo berdasarkan tingkatan dekomposisinya, yaitu :

- **Folists:** bahan organik belum terdekomposisi di atas batu-batuan.
- **Fibrists :** bahan organik fibrik dengan $BD < 0,1 \text{ gram/cm}^3$,
- **Hemists:** bahan organik hemik dengan $BD 0,1-0,2 \text{ gram/cm}^3$.
- **Saprists:** bahan organik saprik dengan $BD >0,2 \text{ gram/cm}^3$.

4.2.2. Sifat Kimia dan Kesuburan

Umumnya tanah gambut bereaksi masam, dengan pH berkisar 3.0 – 4.5. Gambut dangkal mempunyai pH 4.5 – 5.1, lebih tinggi jika dibandingkan dengan gambut dalam yang mempunyai pH sekitar 3.1 – 3.9. Hasil pengukuran pH di laboratorium biasanya lebih rendah 1-3 unit jika dibandingkan dengan hasil pengukuran lapangan. Hal ini disebabkan karena adanya oksidasi pirit dan terbentuknya asam-asam organik selama proses pemindahan dari lapangan ke laboratorium (IPB, 1978).

Kandungan basa - berupa unsur Ca, Mg, K dan Na - dan kejenuhan basa rendah. Kandungan Al umumnya rendah sampai sedang dan semakin berkurang dengan menurunnya pH tanah. Kandungan unsur mikro khususnya Cu, Bo, dan Zn sangat rendah, sebaliknya kandungan Fe cukup tinggi. Kandungan N total termasuk tinggi, tetapi sebagian besar dalam bentuk tidak tersedia bagi tanaman karena rasio C/N yang tinggi.

Adanya penebangan pohon-pohonan mengakibatkan menyebabkan perubahan drastis pada kandungan unsur hara. Perubahan ini disebabkan karena terputusnya daur hara. Pelepasan dari bahan organik yang melapuk dan terjadinya pemadatan pada lapisan permukaan yang didrainase. Setelah penebangan, kadar abu K_2O , P_2O_5 dan SiO_2 mengalami penurunan sedangkan kadar CaO dan MgO cenderung meningkat. Kadar Na, Cl dan sulfat sangat dipengaruhi oleh jarak dari laut, pengaruh pasang surut dan terdapatnya bahan sulfidik (pirit) pada lapisan marin atau lapisan bawah gambut.

Kadar N berkisar antara 2.000 dan 4.000 kg/ha dalam lapisan permukaan 20 cm, dan hanya lebih kurang 3 % tersedia bagi tanaman, 53 sampai 68 % terikat dalam lignoprotein stabil, dan 30 sampai 45 % terkandung dalam pelarut organik atau asam (Hardjowigeno, 1989). Rendahnya kadar N tersedia inilah yang menyebabkan tanah gambut masih memerlukan tambahan N berupa pupuk urea.

Tingkat kesuburan tanah gambut sangat dipengaruhi oleh kandungan basa - berupa unsur Ca, Mg, K dan Na - dan kejenuhan basa rendah. Kandungan Al umumnya rendah sampai sedang dan semakin berkurang dengan menurunnya pH tanah. Kandungan unsur mikro khususnya Cu, Bo, dan Zn sangat rendah, sebaliknya kandungan Fe cukup tinggi. Kandungan N total termasuk tinggi, tetapi sebagian besar dalam bentuk tidak tersedia bagi tanaman karena rasio C/N yang tinggi.

Ketebalan gambut ikut mempengaruhi kesuburan tanah gambut. Semakin tebal gambut kesuburannya semakin menurun. Secara umum gambut topogen, yang dangkal dan dipengaruhi air tanah, umumnya tergolong gambut mesotropik sampai eutropik, sehingga mempunyai potensi kesuburan alami yang lebih baik dari pada gambut ombrogen yang pembentukannya dipengaruhi air hujan sehingga sebagian besar bersifat oligotropik. Penelitian Leiwakabessy dan Wahyudin (1979), menunjukkan bahwa pada tanah bergambut (20 cm) sampai gambut sedang (180 cm), produksi gabah kering semakin merosot dengan makin tebalnya gambut. Semakin tebal gambut, kandungan abu (*ash*) semakin rendah, kandungan Ca dan Mg menurun dan reaksi tanahnya menjadi lebih masam.

Kadar abu merupakan petunjuk yang tepat untuk mengetahui keadaan tingkat kesuburan alami gambut. Semakin tinggi kadar abu semakin tinggi kandungan mineralnya, yang memberi indikasi semakin tinggi tingkat kesuburannya. Kandungan abu bersama dengan kandungan P_2O_5 , CaO dan K_2O (dalam persen berat kering gambut) digunakan untuk menentukan tipe gambut, apakah eutrofik, mesotrofik atau oligotrofik. Berdasarkan kandungan rata-rata hara tanah gambut dari Eropa, Polak (1941; 1949 dalam Subagio 2002) memberikan batasan ketiga tipe gambut tersebut (**Tabel 3**).