

Panduan Teknis

Cara Identifikasi dan Karakterisasi Lahan Gambut untuk Pertanian



ICCTF - BAPPENAS

**Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan
Lahan Gambut Berkelanjutan untuk Meningkatkan
Sekuestrasi Karbon dan Mitigasi Gas Rumah Kaca**



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya
Lahan Pertanian
Indonesia Climate Change Trust Fund (ICCTF-KEMANTAN)
2011**



KATA PENGANTAR

Perubahan iklim akibat peningkatan emisi (pelepasan) gas rumah kaca (GRK) telah memperlihatkan dampak yang mengkhawatirkan yang antara lain terlihat dari perubahan pola hujan, peningkatan suhu udara, dan naiknya permukaan laut. Hal ini secara langsung mengancam sistem produksi sektor pertanian. Perubahan pola hujan, misalnya, telah meningkatkan frekuensi dan intensitas banjir dan kekeringan, sementara naiknya permukaan laut telah pula menyebabkan semakin luasnya lahan pertanian yang terkena pengaruh salinitas atau kandungan garam tinggi.

Pemerintah Indonesia telah berkomitmen untuk menekan emisi GRK nasional dari tingkat BAU (*business as usual*) sebesar 26% dengan upaya sendiri dan 41% dengan dukungan negara lain pada tahun 2020. Untuk itu, berbagai strategi telah disiapkan oleh masing-masing sektor terkait, terutama kehutanan, pertanian, energi, transportasi, dan industri.

Salah satu kegiatan dalam upaya mitigasi dan adaptasi GRK di bidang pertanian adalah “Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan untuk Meningkatkan Penyerapan Karbon dan Penurunan Emisi GRK” yang diselenggarakan di empat lokasi lahan gambut di Sumatra dan Kalimantan. Kegiatan ini diharapkan menghasilkan data yang akurat tentang berbagai aspek meliputi total emisi karbon dari lahan gambut, pengaruh berbagai kematangan gambut terhadap emisi GRK, serta sistem usahatani rendah emisi karbon. Selain itu, kegiatan yang didukung oleh ICCTF-BAPPENAS ini juga diharapkan dapat dipakai sebagai rujukan dalam upaya pencapaian ketahanan pangan nasional serta peningkatan devisa, lapangan kerja, dan pendapatan penduduk.

Langkah implementasi dalam upaya mitigasi dan adaptasi GRK, disusun beberapa *panduan teknis*, meliputi : pengukuran GRK, pengukuran stok karbon, indentifikasi dan karakterisasi lahan gambut, membangun demplot untuk menekan emisi GRK di lahan gambut. Dengan *panduan teknis* ini diharapkan mampu mendukung komitmen Indonesia dalam menekan emisi GRK nasional.

Kepada ICCTF-BAPPENAS saya sampaikan penghargaan dan terima kasih atas dukungan terhadap kegiatan ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan *panduan teknis* ini.

Bogor, Desember 2011

Kepala Balai Besar Litbang
Sumberdaya Lahan Pertanian

Dr. Ir. Muhrizal Sarwani, MSc.
NIP. 19600329 198403 1 001



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	1
1.3. Sasaran	1
II. IDENTIFIKASI WILAYAH	2
2.1. Bahan dan Peralatan Lapangan	2
2.2. Metode Survei dan Identifikasi Sumberdaya Lahan	3
RUJUKAN	5
LAMPIRAN	6
Lampiran 1. Proses Pembentukan Gambut	6
Lampiran 2. Klasifikasi Gambut	9
Lampiran 3. Karakteristik Fisik Gambut	11
Lampiran 4. Karakteristik Kimia Gambut	13
Lampiran 5. Karakteristik Hidrologi Gambut	15
Lampiran 6. Karakteristik Biologi Gambut	16

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lahan gambut menjadi tumpuan pengembangan pertanian ke depan. Di Indonesia terdapat sekitar 14 juta ha lahan gambut, sebagian diantaranya potensial untuk pertanian. Namun perluasan areal kelapa sawit dan tanaman pangan ke lahan gambut mendapat sorotan dunia internasional, karena meningkatkan emisi karbon yang berdampak terhadap pemanasan global. Lahan gambut Indonesia menyimpan 40-an Gigaton karbon sejak 20 ribuan tahun yang lalu.

Lahan gambut termasuk penyumbang terbesar emisi karbon dan menjadikan Indonesia sebagai emiter terbesar ketiga di dunia. Namun, data emisi karbon dari lahan gambut diduga tidak sebesar yang dituduhkan. Hingga saat ini data spasial dan karakteristik lahan gambut sangat terbatas. Perhitungan total emisi dari lahan gambut didasarkan atas generalisasi kondisi gambut. Faktanya, lahan gambut Indonesia memiliki variasi yang sangat besar, baik ketebalan dan kematangan maupun kadar air dan bulk density. Volume gas rumah kaca (GRK) yang keluar dari lahan gambut tidak hanya dipengaruhi oleh tingginya muka air tanah, tetapi juga tingkat kematangan gambut itu sendiri. Oleh karena itu, inventarisasi luasan maupun karakteristik gambut menjadi sangat penting untuk mengetahui emisi sesungguhnya dari lahan gambut Indonesia.

1.2. Tujuan

1. Memberikan informasi tentang cara mengidentifikasi dan memetakan wilayah petak demonstrasi.
2. Memberikan informasi karakteristik umum lahan gambut.

1.3. Sasaran

Sasaran dari penerbitan panduan teknis ini adalah para peneliti, pelaksana lapangan, dan kalangan universitas.

II. IDENTIFIKASI WILAYAH

Identifikasi lahan dilakukan dengan pengamatan tanah dan keadaan lingkungannya melalui transek yang tegak lurus sungai atau saluran serta keadaan *landform* dan geologi daerah tersebut. Pengamatan tanah di lapangan dilakukan dengan sistem grid 25 x 50 m dengan cara membor tanah gambut sampai kedalaman tanah mineral (substratum). Parameter yang diamati adalah ciri-ciri morfologi tanah gambut yang meliputi ketebalan, kematangan, warna, sisipan tanah mineral, konsistensi, pH, muka air tanah, dan gejala lainnya. Untuk substratum tanah mineral diamati warna, tekstur, konsistensi, pH, dan gejala kemungkinan adanya bahan sulfidik. Peta tanah disusun berdasarkan sebaran satuan-satuan tanah dengan cara mengelompokkan satuan tanah yang sama sifat-sifatnya menjadi satuan peta tanah (SPT) dengan memperhatikan pola bentukan landscape yang memanjang sejajar sungai atau transek topografi. Tahap berikutnya dilakukan evaluasi lahan dengan cara matching antara data karakteristik lahan dengan data persyaratan tumbuh tanaman untuk berbagai komoditas pertanian.

2.1. Bahan dan Peralatan Lapangan

Bahan-bahan yang digunakan untuk identifikasi dan karakterisasi lahan gambut terdiri atas:

- a. Data digital citra landsat.
- b. Peta rupabumi Indonesia skala 1:50.000.
- c. Peta situasi hasil tracking GPS.
- d. Peta geologi Indonesia
- e. Peta Zona agroklimat
- f. Peta kapling/lokasi kepemilikan petani.

Peralatan survei dan identifikasi sumberdaya lahan di lapangan adalah:

- a. Bor gambut tipe *Eijkelkamp*
- b. Buku *Munsell Soil Color Chart*,
- c. Buku *Keys to Soil Taxonomy* edisi terbaru,
- d. Kompas dan tambang plastik,
- e. GPS (*Geographic Positioning System*),
- f. pH-Truogh dan pH lakmus,
- g. Meteran, kantong plastik contoh tanah dan label,
- h. Komputer laptop yang dilengkapi program ArcView/ArcGIS untuk entri data pengamatan lapangan dan analisis spasial/peta.

2.2. Metode Survei dan Identifikasi Sumberdaya Lahan

Persiapan - Sebelum pengamatan tanah di lapangan terlebih dahulu dilakukan penelaahan posisi lokasi demplot terhadap *landscape* sekitarnya, keadaan *landform* dan geologi daerah tersebut. Disamping itu dipersiapkan peta kerja untuk plotting titik pengamatan, dan melakukan orientasi lapangan untuk melihat keadaan *landscape* untuk menentukan transek pengamatan.

Pengamatan lapangan - Survei dan identifikasi sumberdaya lahan di lapangan meliputi pengamatan tanah dan keadaan lingkungan melalui transek yang tegak lurus sungai atau saluran. Pengamatan transek mengikuti tegak lurus sungai/ saluran, dengan asumsi akan dijumpai variasi ketebalan gambut dan sifat-sifat tanah lainnya. Pengamatan tanah di lapangan dilakukan dengan sistem grid, dengan cara membor tanah gambut sampai kedalaman tanah mineral (substratum). Jarak antara titik pengamatan dalam jalur transek adalah 25 m, sedangkan antarjalur transek 50 m, sehingga intensitas pengamatan adalah satu titik pengamatan untuk setiap 25x50 m² atau 0,125 ha. Dengan demikian untuk 5 ha lokasi demplot akan diperoleh 40 titik pengamatan. Untuk lokasi tambahan di sekitar demplot, pengamatan tanah dilakukan dengan jarak 100x200 m² atau dengan intensitas 1 titik pengamatan setiap 2 ha.

Parameter yang diamati adalah ciri-ciri morfologi tanah gambut yang meliputi kedalaman/ketebalan, kematangan, warna, sisipan tanah mineral, konsistensi, pH, muka air tanah, dan gejala lainnya. Untuk substratum tanah mineral diamati warna, tekstur, konsistensi, pH, dan gejala kemungkinan adanya bahan sulfidik. Semua parameter tersebut dicatat dalam formulir pengamatan untuk selanjutnya dimasukkan kedalam komputer. Tata cara pengamatan sifat-sifat morfologi tanah mengikuti pedoman yang tercantum dalam *Guideline for soil profile description* (FAO, 1990) dan Pedoman Pengamatan Tanah (Balai Penelitian Tanah, 2004). Klasifikasi tanah ditetapkan mengikuti *Keys to Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 2010) sampai tingkat subgrup dan fase tanah. Penetapan fase tanah mengacu pada Laporan Teknis Satuan Peta Tanah dan Legenda Peta (Hardjowigeno *et al.*, 1996).

Pengambilan contoh tanah. Berdasarkan penelaahan hasil pengamatan tanah dapat diketahui sebaran satuan-satuan tanah dan sifat-sifatnya. Selanjutnya dilakukan pemilihan titik-titik pengamatan yang sudah diamati sebelumnya sebagai tempat pengambilan contoh tanah. Contoh tanah diambil dengan bor gambut, karena pembuatan profil tanah gambut di lokasi ini sulit dilakukan. Contoh tanah diambil untuk setiap horizon dari setiap titik pengamatan satuan tanah. Selain mengambil contoh tanah bulk tersebut,

dilakukan pula pengambilan contoh ring dari satuan tanah utama untuk lapisan atas (0-20 cm) dan bawah (20-60 cm) berdasarkan tingkat kematangan gambut dengan dua ulangan.

Penyusunan konsep peta tanah. Konsep peta tanah detail disusun berdasarkan sebaran satuan-satuan tanah dengan cara mengelompokkan satuan tanah yang sama sifat-sifatnya menjadi satuan peta tanah (SPT), dengan memperhatikan pola bentukan landscape yang memanjang sejajar sungai atau transek topografi. Karena demplot berukuran kecil, maka macam SPT ini adalah konsosiasi, yaitu >75% luas SPT termasuk dalam satu taxon, tanpa atau dengan sedikit inklusi (<10%). Peta ini merupakan peta tanah detail hasil interpretasi data lapangan. Selanjutnya, peta disempurnakan setelah diperoleh data hasil analisis contoh tanah di laboratorium. Legenda peta tanah detail terdiri atas satuan tanah tingkat subgrup, ketebalan gambut, reaksi tanah, kadar abu, sifat-sifat lainnya, dan keterangan luasan.

Analisis contoh tanah. Contoh tanah dianalisis di laboratorium Balai Penelitian Tanah, Bogor, meliputi penetapan sifat fisika dan kimia tanah. Analisis sifat fisik tanah meliputi penetapan bobot isi/BD (pada kondisi kering udara dan kering oven), kadar air, kadar serat (digerus dan tidak digerus). Analisis sifat kimia tanah meliputi penetapan kandungan bahan organik (C, N, dan C/N), reaksi tanah (pH), kadar P_2O_5 dan K_2O potensial (ekstraksi HCl 25%), P_2O_5 tersedia (ekstrak Bray 1), K-tersedia (ekstrak Morgan), basa-basa dapat ditukar (Ca, Mg, K, dan Na), kapasitas tukar kation/KTK (NH₄OAc pH 7), kadar Al ekstraksi 1 N KCl, kadar abu, kadar unsur hara mikro (Fe, Mn, Zn, Cu), kadar pirit/bahan sulfidik, daya hantar listrik, dan salinitas. Prosedur analisis mengacu pada Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Air, Tanaman dan Pupuk (Sulaeman *et al.*, 2005) dan *Soil Survey Laboratory Method Manual* (Burt, 2004).

Interpretasi data. Data hasil pengamatan lapangan dan data hasil analisis contoh tanah diinterpretasi untuk menetapkan karakteristik dan klasifikasi tanah, evaluasi lahan untuk komoditas pertanian, interpretasi tingkat kesuburan tanah dan sifat-sifat fisik.

Evaluasi lahan. Evaluasi lahan (*land evaluation*) merupakan proses penilaian tingkat kesesuaian suatu bidang lahan untuk penggunaan tertentu, dalam hal ini untuk komoditas tanaman pangan dan perkebunan. Prinsipnya adalah *matching* antara data karakteristik lahan (*land characteristics/LC*) dengan data persyaratan tumbuh tanaman (*landuse requirements/LUR*). Parameter yang digunakan adalah faktor iklim, tanah, dan terrain. Untuk pemetaan tanah tingkat detail, penilaian kelas kesesuaian lahan dilakukan

sampai pada tingkat subkelas dengan faktor penghambatnya. komoditas yang dinilai kesesuaiannya adalah tanaman pangan (padi sawah tadah hujan, jagung, kacang tanah, ubi jalar, sayuran) dan tanaman tahunan (karet). Pedoman evaluasi lahan mengikuti buku Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian (Djaenudin *et al.*, 2003) dengan modifikasi.

Rekomendasi penggunaan lahan. Rekomendasi penggunaan lahan untuk pertanian didasarkan pada hasil evaluasi lahan dan faktor penghambatnya, yang disertai dengan teknologi pengelolaan lahan dan air (pemupukan dan konservasi).

RUJUKAN

- Agus, Fahmuddin dan Subiksa, I.G.M. 2010. Lahan Gambut : Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan ICRAF. Bogor.
- Agus, Fahmuddin. 2010. Cadangan, Emisi, dan Konservasi Karbon pada Lahan Gambut. Balai Penelitian Tanah. Bogor [45-52]
- Nugroho, Kusumo. 2010. Tanah Gambut Apa dan Asa. (Belum dipublikasikan). Balai Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Ritung, Sorfyan dan Wahyunto. Kandungan Karbon Tanah Gambut di Pulau Sumatera. [1-16]

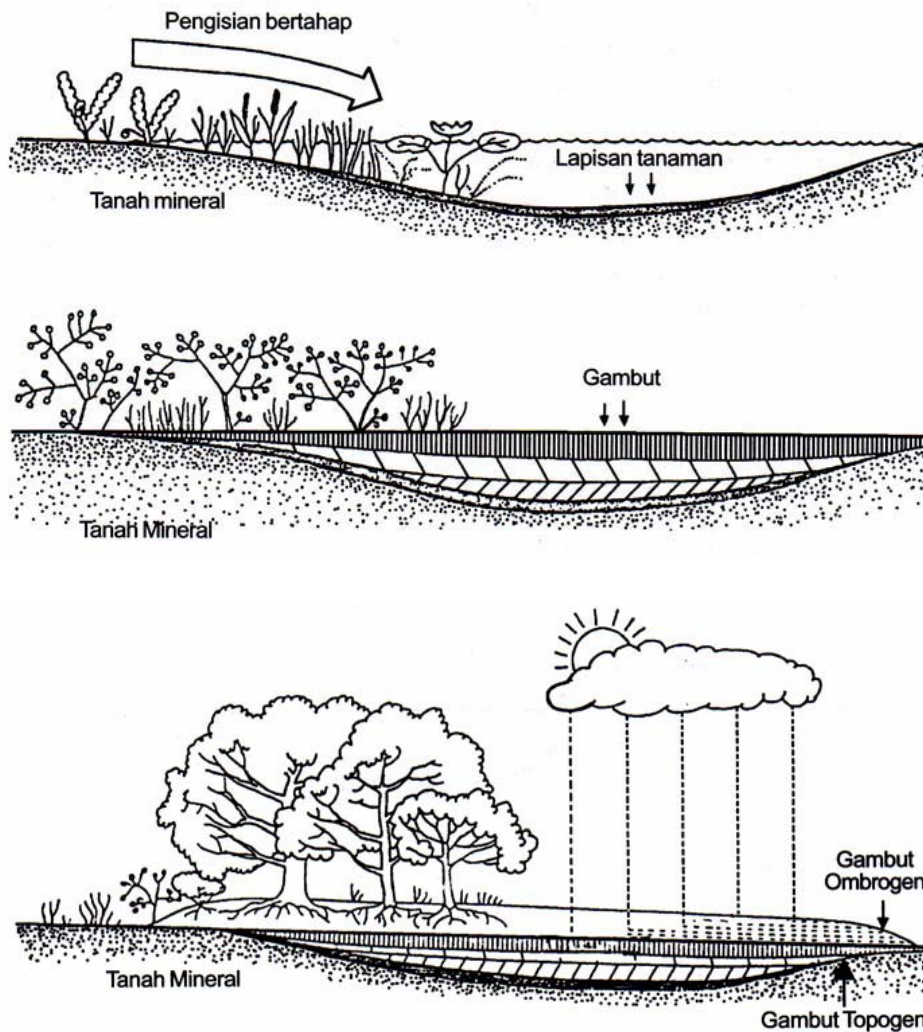
LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pembentukan Gambut

Gambut 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. 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 (Hardjowigeno 1986).

Menurut Andrisse (1988) gambut di daerah tropis terbentuk kurang dari 10.000 tahun lalu. Gambut pantai di Asia Tenggara umumnya berumur kurang dari 6.000 tahun. Pengukuran umur gambut dari Serawak dengan metode radio-meteri ^{14}C menunjukkan bahwa gambut Serawak terbentuk maksimum sekitar 4.300 tahun lalu. Gambut di Florida, Amerika Serikat, ternyata juga terbentuk 4.400 tahun lalu (Lucas 1982 dalam Andrisse 1988). Waktu pembentukan yang hampir bersamaan ini terjadi karena peristiwa mencairnya es di daerah kutub pada awal Holosin menyebabkan naiknya permukaan air laut dan menenggelamkan dataran pantai yang rendah diseluruh dunia. Kenaikan permukaan air laut menyebabkan pula dataran pantai di Indonesia seperti Sumatera, Kalimantan, Irian Jaya dan pulau-pulau lainnya terendam menjadi rawa-rawa.

Kondisi anaerob yang tercipta karena penggenangan dataran pantai merupakan kondisi penting dalam pembentukan gambut pantai. Gambut pantai mulai terbentuk dari akumulasi bahan organik di daerah belakang tanggul sungai (*levee*) yaitu daerah *back swamp* (Harjowigeno 1996). Pada saat gambut masih tipis akar tumbuh-tumbuhan yang tumbuh di gambut dapat mengambil unsur hara dari tanah mineral dibawah gambut selanjutnya gambut terbentuk diperkaya dengan unsur hara dari luapan air sungai. Tumbuhan yang tumbuh cukup subur dan kaya mineral sehingga gambut yang terbentuk juga subur (gambut topogen). Dalam perkembangan selanjutnya gambut semakin tebal dan akar tumbuhan yang hidup digambut tidak mampu mencapai tanah mineral di bawahnya, air sungai tidak mampu lagi menggenangi permukaan gambut. Sumber hara utama pada gambut ini hanyalah dari air hujan sehingga vegetasi yang tumbuh menjadi kurang subur dan menyebabkan gambut yang terbentuk menjadi gambut miskin hara. Gambut ini disebut sebagai gambut ombrogen.



Gambar 1. Proses pembentukan gambut di daerah cekungan lahan basah: a. Pengisian danau dangkal oleh vegetasi lahan basah, b. Pembentukan gambut topogen, dan c. pembentukan gambut ombrogen di atas gambut topogen (Noor, 2001 mengutip van de Meene, 1982).

Di daerah pedalaman yang jauh dari sungai, gambut yang terbentuk tidak dipengaruhi oleh luapan air sungai. Sumber hara hanya berasal dari tanah mineral di bawah gambut dan air hujan. Bila tanah mineral di bawah gambut cukup subur maka akan terbentuk gambut yang subur, namun jika tanah mineral hanya berupa pasir kuarsa maka gambut yang terbentuk juga merupakan gambut miskin hara. (Sagiman 2007).

Dari gambaran tersebut dapat dipahami bahwa pembentukan gambut memerlukan waktu yang sangat panjang. Gambut tumbuh dengan kecepatan antara 0-3 mm/tahun. Di Barambai Delta Pulau Petak, Kalimantan Selatan laju pertumbuhan gambut sekitar 0,05 mm dalam satu tahun, sedangkan di Pontianak sekitar 0,13 mm tahun⁻¹. Di Sarawak Malaysia, laju pertumbuhan berjalan lebih cepat yaitu sekitar 0,22 –0,48 mm per tahun (Noor 2001 dari berbagai sumber).

Lampiran 2. Klasifikasi Gambut

Secara umum dalam klasifikasi tanah, tanah gambut dikenal tanah yang memiliki lapisan bahan organik dengan berat jenis (BD) dalam keadaan lembab $< 0,1 \text{ g cm}^{-3}$ dengan tebal $> 60 \text{ cm}$ atau lapisan organik dengan BD $> 0,1 \text{ g cm}^{-3}$ dengan tebal $> 40 \text{ cm}$. Dimasukkan dalam kelas organosol atau histosols (Soil Survey Staff, 2003). Gambut di setiap lokasi memiliki karakteristik yang berbeda sehingga muncul klasifikasi, antara lain sebagai berikut.

1. Gambut berdasarkan tingkat kematangan, dibedakan menjadi :
 - a. Gambut saprik (matang) adalah gambut yang sudah melapuk lanjut dan bahan asalnya tidak dikenali, berwarna coklat tua sampai hitam, dan bila diremas kandungan seratnya $< 15\%$.
 - b. Gambut hemik (setengah matang) adalah gambut setengah lapuk, sebagian bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna coklat, dan bila diremas bahan seratnya 15-75%.
 - c. Gambut fibrik (mentah) adalah gambut yang belum melapuk, bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna coklat, dan bila diremas $> 75\%$ seratnya masih tersisa.
2. Gambut menurut tipe luapan (Kementerian Pekerjaan Umum)
 - a. Tipe A
Wilayah pasang surut yang selalu mendapat luapan pasang, baik pasang tunggal (purnama) maupun pasang ganda (perbani) serta mengalami pengatusan secara harian. Wilayah tipe luapan ini meliputi pesisir pantai dan sepanjang tepian tepian sungai.
 - b. Tipe B
Wilayah pasang surut yang mendapat luapan hanya saat pasang tunggal (purnama) tetapi mengalami pengatusan secara harian. Wilayah tipe luapan ini meliputi wilayah ke pedalaman sejauh $< 50\text{-}100 \text{ km}$ dari tepian sungai.
 - c. Tipe C
Wilayah pasang surut yang tidak mendapat luapan pasang dan mengalami pangatusan secara permanen. Pengaruh ayunan pasang diperoleh hanya melalui resapan (seepage) dan mempunyai muka air tanah.
 - d. Tipe D
Wilayah pasang surut yang tidak mendapat pengaruh ayunan pasang sama sekali dan mengalami pengatusan secara terbatas. Muka air tanah mencapai jeluk $> 50 \text{ cm}$ dari permukaan tanah.

3. Gambut menurut kedalaman, dibedakan menjadi:
 - a. Gambut dangkal (50-100 cm)
 - b. Gambut sedang (100-200 cm)
 - c. Gambut dalam (200-300 cm)
 - d. Gambut sangat dalam (> 300 cm)
4. Gambut menurut kesuburan, dibedakan menjadi:
 - a. Gambut eutrofik adalah gambut yang subur yang kaya akan bahan mineral dan basa-basa serta unsur hara lainnya. Gambut yang relatif subur biasanya adalah gambut yang tipis dan dipengaruhi oleh sedimen sungai atau laut.
 - b. Gambut mesotrofik adalah gambut yang agak subur karena memiliki kandungan mineral dan basa-basa sedang
 - c. Gambut oligotrofik adalah gambut yang tidak subur karena miskin mineral dan basa-basa. Bagian kubah gambut dan gambut tebal yang jauh dari pengaruh lumpur sungai biasanya tergolong gambut oligotrofik
5. Gambut menurut lapisan tanah mineral di bawahnya
Substratum menentukan kemampuan lahan gambut sebagai media tumbuh tanaman. Lapisan tersebut tidak boleh terdiri atas pasir kuarsa dan tanah sulfat masam.
 - a. Lapisan pasir kuarsa di bawah gambut merupakan lapisan mineral yang tidak tercampur dengan tanah liat dan terdiri atas pasir murni sehingga tidak layak untuk usaha budidaya.
 - b. Lapisan tanah sulfat masam merupakan lahan pasang surut yang tanahnya mempunyai lapisan pirit atau sulfidik berkadar lebih besar dari 2% (dua prosen) pada kedalaman kurang dari 50 (lima puluh) sentimeter di bawah permukaan tanah gambut. Pirit merupakan bahan mineral yang berasal dari endapan laut (marine) yang kaya akan besi dan sulfida dalam keadaan anaerob, dan kaya bahan organik.

Lampiran 3. Karakteristik Fisik Gambut

Karakteristik fisik 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 antara 100-1.300% dari berat keringnya (Mutalib *et al.*, 1991). Artinya bahwa gambut mampu menyerap air sampai 13 kali bobotnya. Dengan demikian, sampai batas tertentu, kubah gambut mampu mengalirkan air ke areal sekelilingnya (Gambar 3). Kadar air yang tinggi menyebabkan BD menjadi rendah, gambut menjadi lembek dan daya menahan bebannya rendah (Nugroho, *et al.*, 1997; Widjaja-Adhi, 1997). BD tanah gambut lapisan atas bervariasi antara 0,1 sampai 0,2 g cm⁻³ tergantung pada tingkat dekomposisinya. Gambut fibrik yang umumnya berada di lapisan bawah memiliki BD lebih rendah dari 0,1 g/cm³, tapi gambut pantai dan gambut di jalur aliran sungai bisa memiliki BD > 0,2 g cm⁻³ (Tie and Lim, 1991) karena adanya pengaruh tanah mineral.

Volume gambut akan menyusut bila lahan gambut didrainase, sehingga terjadi penurunan permukaan tanah (subsiden). Subsiden ini akan berlangsung relatif cepat dalam 4-10 tahun pertama dan kemudian melambat sampai laju yang konstan. Dengan terjadinya subsiden dan pemadatan akan terjadi berbagai perubahan sifat-sifat fisik tanah termasuk meningkatnya berat volume, dan menurunnya porositas total, difusi O₂, kapasitas udara, volume air tersedia, dan laju infiltrasi air (Radjagukguk 1999). Selain karena penyusutan volume, subsiden juga terjadi karena adanya proses dekomposisi dan erosi. Dalam 2 tahun pertama setelah lahan gambut didrainase, laju subsiden bisa mencapai 50 cm. Pada tahun berikutnya laju subsiden sekitar 2-6 cm tahun⁻¹ tergantung kematangan gambut dan kedalaman saluran drainase. Adanya subsiden bisa dilihat dari akar tanaman yang menggantung. 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. Pertumbuhan seperti ini dianggap menguntungkan karena memudahkan bagi petani untuk memanen sawit.

Sifat fisik tanah gambut lainnya adalah sifat mengering tidak balik. Gambut yang telah mengering, dengan kadar air <100% (berdasarkan berat), tidak bisa menyerap air lagi kalau dibasahi. Gambut yang mengering ini sifatnya sama dengan kayu kering yang 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. Pengeringan gambut yang berlebihan akan menghasilkan hidrofobisitas yang menyebabkan gambut lebih rentan terhadap erosi (Radjagukguk 1999).

Lampiran 4. Karakteristik Kimia Gambut

Dalam sifat kimia, drainase dan pengolahan tanah akan meningkatkan pelepasan CO₂ karena meningkatnya laju dekomposisi gambut yang pada gilirannya menghasilkan pemasaman. Akan tetapi, ini akan diimbangi oleh efek drainase dalam membuang asam-asam organik toksik dan non toksik. Apabila di bawah lapisan gambut terdapat pirit (FeS₂) yang dapat tersingkap atau terangkat ke permukaan dalam pembuatan kanal, pengolahan tanah, dan pembuatan surjan sehingga teroksidasi, maka akan mengakibatkan penurunan pH tanah yang ekstrim (ke pH 2,0 atau lebih rendah). Jika di bawah gambut terdapat pasir kuarsa kehilangan total gambut karena oksidasi dan pembakaran akan menjadikan lahan tidak lagi dapat ditanami (Radjagukguk 1999).

Karakteristik kimia lahan gambut di Indonesia sangat ditentukan oleh kandungan mineral, ketebalan, jenis mineral pada substratum (di dasar gambut), dan tingkat dekomposisi gambut. Kandungan mineral gambut di Indonesia umumnya kurang dari 5% dan sisanya adalah bahan organik. Fraksi organik terdiri dari senyawa-senyawa humat sekitar 10 hingga 20% dan sebagian besar lainnya adalah senyawa lignin, selulosa, hemiselulosa, lilin, tannin, resin, suberin, protein, dan senyawa lainnya.

Lahan gambut umumnya mempunyai tingkat kemasaman yang relatif tinggi dengan kisaran pH 3-. Gambut oligotropik yang memiliki *substratum* pasir kuarsa di Berengbengel, 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 antara 4,1 sampai 4,3 (Hartatik *et al.*, 2004).

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). Di sisi lain kapasitas tukar kation (KTK) gambut tergolong tinggi, sehingga kejenuhan basa (KB) menjadi sangat rendah. Tim Institut Pertanian Bogor (1974) melaporkan bahwa tanah gambut pedalaman di Kalamangan, Kalimantan Tengah mempunyai nilai KB kurang dari 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 karenanya

penetapan KTK menggunakan pengestrak amonium acetat pH 7 akan menghasilkan nilai KTK yang tinggi, sedangkan penetapan KTK dengan pengestrak 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 lahan 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 karenanya bahan-bahan yang mengandung kation polivalen tersebut bisa dimanfaatkan sebagai bahan amelioran gambut (Sabiham *et al.*, 1997; Saragih, 1996).

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. Kandungan unsur mikro pada tanah gambut dapat ditingkatkan dengan menambahkan tanah mineral atau menambahkan pupuk mikro.

Gambut di Indonesia (dan di daerah tropis lainnya) mempunyai kandungan lignin yang lebih tinggi dibandingkan dengan gambut yang berada di daerah beriklim sedang, karena terbentuk dari pohon-pohonan (Driessen dan Suhardjo, 1976). Lignin yang mengalami proses degradasi dalam keadaan anaerob akan terurai menjadi senyawa humat dan asam-asam fenolat (Kononova, 1968). Asam-asam fenolat dan derivatnya bersifat fitotoksik (meracuni tanaman) dan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Driessen, 1978; Stevenson, 1994; Rachim, 1995). Asam fenolat merusak sel akar tanaman, sehingga asam-asam amino dan bahan lain mengalir keluar dari sel, menghambat pertumbuhan akar dan serapan hara sehingga pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, daun mengalami klorosis (menguning) dan pada akhirnya tanaman akan mati. Turunan asam fenolat yang bersifat fitotoksik antara lain adalah asam ferulat, siringat, p-hidroksibenzoat, vanilat, p-kumarat, sinapat, suksinat, propionat, butirrat, dan tartrat (Dr. Wiwik Hartatik dan Dr. Diah Setyorini, komunikasi pribadi).

Lampiran 5. Karakteristik Hidrologi Gambut

Lahan rawa gambut secara umum memiliki kapasitas penyerapan dan penyimpanan air yang sangat besar yaitu antara 0,8-0,9 m³/m³ gambut (Notohadiprawira 1997), sehingga lahan gambut merupakan suatu reservoir air yang besar. Sebagai contoh, eks kawasan PLG Kalteng yang memiliki luas 500.000 ha gambut tebal, dapat menampung paling sedikit 15 milyar m³ air. Dengan kemampuan ini air yang tersimpan dalam periode musim hujan secara bertahap dilepaskan pada musim kemarau (Prentice, 1990; Page & Rieley, 1998). Hasil pengamatan Adi Jaya *et. al.* (2004) yang dilakukan di kawasan pertanian lahan gambut Kalteng, mengemukakan bahwa kadar air tanah gambut meningkat dengan kedalaman gambut (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata kandungan air tanah gambut pertanian periode Sept 1999- Nov 2002.

Kedalaman gambut (cm)	Kelembaban tanah (% volume)	Rata-rata kelembaban tanah (% volume)
10	24,16-68,79	44,31
20	37,84-68,64	58,70
30	44,76-71,07	65,69
40	59,57-70,55	69,21

Sumber: Adi Jaya *et. al.* (2004)

Dari Tabel di atas dapat dilihat bahwa kandungan air tanah pada kedalaman 10 cm memiliki variasi yang cukup besar dan semakin dalam gambut maka kandungan air di dalamnya semakin tinggi. Pada kondisi hutan rawa gambut alami, air tanah hampir selalu berada di permukaan tanah pada periode antara Januari dan Mei setiap tahun (Takashi *et. al.* 2002). Air dari kawasan gambut mengalir keluar hanya melalui sungai-sungai alam dan masih dapat tersimpan untuk periode yang cukup lama. Sebaliknya, pada kawasan gambut yang dibuka/terbuka seperti pada kawasan pertanian adanya saluran drainase mempercepat lolosnya air keluar kawasan dalam waktu yang singkat setelah adanya hujan, terutama pada daerah yang tidak terdapat bangunan pengontrol air.

Dalam kegiatan rehabilitasi pada kawasan gambut terdegradasi, kegiatan reboisasi atau penanaman perlu memperhatikan kedalaman air tanah pada lahan gambut tersebut. Pada penanaman bibit atau tanaman yang masih muda, tinggi air tanah diharapkan dapat mencapai 30-40 cm dari permukaan tanah untuk menjamin pertumbuhan tanaman dengan baik, selain itu kondisi ini akan memelihara subsidensi tidak akan terjadi (Daryono 2009).

Lampiran 6. Karakteristik Biologi Gambut

Menurut Waksman dalam Andriesse (1988) perombakan bahan organik saat pembentukan gambut dilakukan oleh mikroorganisme anaerob dalam perombakan ini dihasilkan gas methane dan sulfida. Setelah gambut didrainase untuk tujuan pertanian maka kondisi gambut bagian permukaan tanah menjadi aerob, sehingga memungkinkan fungi dan bakteri berkembang untuk merombak senyawa sellulosa, hemisellulosa, dan protein. Gambut tropika umumnya tersusun dari bahan kayu sehingga banyak mengandung lignin, bakteri yang banyak ditemukan pada gambut tropika adalah *Pseudomonas* selain fungi white mold dan *Penecilium* (Suryanto, 1991). *Pseudomonas* merupakan bakteri yang mampu merombak lignin (Alexander, 1977). Penelitian tentang dekomposisi gambut di Palangkaraya menunjukkan bahwa dekomposisi permukaan gambut terutama disebabkan oleh dekomposisi aerob yang dilaksanakan oleh fungi (Moore and Shearer 1997).

Pada berapa penelitian di lahan gambut Jawai (Kab Sambas) dan Jangkang (Kab Pontianak) dapat diisolasi bakteri *Bradyrhizobium japonicum* yang dapat dipergunakan untuk meningkatkan hasil kedelai di lahan gambut. Kedelai adalah tanaman yang sangat banyak memerlukan nitrogen, 40-80 persen kebutuhan nitrogen kedelai dapat disuplai melalui simbiosis kedelai dan bakteri bintil akar (*B. japonicum*). Gambut memiliki ketersediaan N yang rendah. Inokulasi *B. japonicum* asal Jawai dan Jangkang yang efektif dapat meningkatkan kandungan N dan hasil tanaman kedelai (Sagiman dan Anas 2005).

Beberapa species tumbuhan dapat beradaptasi dengan baik di daerah rawa bergambut di Indonesia seperti Ramin (*Gonystylus bancanus*), Suntai (*Palaquium burckii*), Semarum (*Palaquium microphyllum*), Durian burung (*Durio carinatus*), Terentang (*Camnosperma auriculata*) dan Meranti Rawa (*Shorea spp.*).