

Pendugaan cadangan karbon

By Muh Bambang Prayitno

PENDUGAAN CADANGAN KARBON GAMBUT PADA AGROEKOSISTEM KELAPA SAWIT

The Prediction of Peatland Carbon Stocks in Oil Palm Agroecosystems

M. B. Prayitno¹⁾, Sabaruddin²⁾, D. Setyawan²⁾, dan Yakup²⁾

¹⁾ Mahasiswa Pascasarjana Program Doktor Ilmu-Ilmu Pertanian Universitas Sriwijaya, Palembang

²⁾ Dosen Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Palembang

ABSTRAK

Peranan gambut terhadap lahan degradasi menjadi sangat penting dan bernilai dalam hal cadangan karbon karena berdampak terhadap hilangnya vegetasi akibat penggundulan dan kebakaran hutan. Penelitian ini dilaksanakan pada lahan gambut pada agrosistem kelapa sawit di Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. Tujuan penelitian ini untuk menduga cadangan karbon gambut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman gambut berkisar antara 200 – 850 cm, *bulk density* antara 0,211 – 0,347 g cm⁻³ dan kandungan organik C sekitar 56,30 - 58,31%. Prediksi cadangan karbon adalah sebesar 1,675.361 - 9.055,922 ton C ha⁻¹.

Kata Kunci: cadangan karbon, degradasi gambut

ABSTRACT

The role of peat on degraded land becomes extremely important and valuable, for being the last carbon stocks because of the loss of vegetation due to deforestation and forest fires. This research was conducted in peatlands that have been used for oil palm agro-ecosystem, Ogan Komering Ilir District, South Sumatra. The purpose of the study was to estimate carbon stocks in peatlands. The results showed that the peat depth ranged from 200 to 850 cm, the bulk density between 0.211 to 0.347 g cm⁻³ and the organic C content of approximately 56.30 -58.31%. The prediction of carbon stock ranged from 1.675,361 ton C ha⁻¹ to 9.055,922 ton C ha⁻¹.

Keywords: carbon stock, degraded peatlands

PENDAHULUAN

Hutan rawa gambut sebagai salah satu bentang lahan dengan siklus karbon sangat baik, dengan dua proses utama adalah penambatan dan pengendapan karbon (Lal 2008). Proses penambatan karbon yang dilakukan oleh vegetasi yang tumbuh pada ekosistem rawa mampu menghasilkan biomassa tumbuhan dalam jumlah sangat besar sebagai biomassa permukaan (*aboveground biomass*). Biomassa permukaan merupakan sumber karbon pada pool biosfer, dan sekaligus sebagai sumber karbon pada pool gambut setelah tumbuhan mati. Perubahan posisi karbon dari pool biosfer menjadi pool gambut adalah sangat ditentukan oleh umur setiap vegetasi dan faktor lain dalam pembentukan tanah gambut (Noor 2001).

Proses pembentukan tanah gambut merupakan kombinasi beberapa faktor pembentuk tanah, antara lain relief rendah topografi, kondisi terendam air, curah hujan tinggi, tingginya pertumbuhan vegetasi alami dengan kurun waktu tertentu (Hardjowigeno 1993, Page *et al.* 2011). Pembentukan gambut pada suatu bentang lahan akan menghasilkan karakteristik gambut tertentu yang kemungkinan akan berbeda dengan karakteristik pada bentang lahan lain. Perbedaan karakteristik gambut tersebut antara lain pada ketebalan gambut (Page *et al.* 2010), kematangan gambut, kandungan karbon, dan bobot isi gambut (Soil Survey Staff 1998). Karakteristik gambut tersebut mempunyai peranan penting dalam menentukan cadangan karbon gambut (Page *et al.* 2011).

Luas lahan gambut di Indonesia sekitar 20,96 juta hektar dan Sumatera sekitar 4,74 juta hektar (Kees van Dijk & Savenije 2011) dan Sumatera Selatan sekitar 1 juta hektar (South Sumatra Forest Fire Management Project 2005). Kedalaman gambut di Pulau Sumatera adalah berkisar dari 0,5 hingga 12,0 meter (Wahyunto *et al.* 2005) dan berkisar 5,5 hingga 13,5 meter (Page *et al.* 2010). Kedalaman gambut di Sumatera Selatan, yakni pada bentang lahan gambut Kayuagung sekitar 650 cm (Prayitno & Bakri 2005) dan Muara Medak Bayung Lencir sekitar 450-550 cm (Prayitno 2006).

Keberadaan gambut pada suatu bentang lahan saat ini adalah penting perannya pada konservasi karbon, mengingat sebagian besar hutan rawa gambut telah kehilangan vegetasi dan terdegradasi. Oleh karena itu gambut merupakan cadangan karbon yang masih tersisa pada suatu bentang lahan. Cadangan karbon di Indonesia mencapai 37 Giga ton, dengan cadangan karbon terbesar berada di Sumatera dan Kalimantan yakni masing masing 22,3 dan 11,3 Giga ton (Gt) (Wahyunto *et al.* 2005). Penelitian cadangan karbon pada lahan gambut dengan ruang lebih kecil dan rinci telah dilakukan beberapa peneliti. Hasil penelitian Page *et al.* (2002) dan Agus *et al.* (2009) menunjukkan bahwa gambut dengan kedalaman satu meter pada luasan satu hektar mampu menyimpan karbon sekitar 300 - 700 ton C ha⁻¹. Cadangan karbon gambut adalah mampu mencapai tiga kali jumlah karbon di pool vegetasi dan dua kali jumlah karbon di atmosfer (Batjes & Sombroek 1997). Hasil penelitian Page *et al.* (2011) menunjukkan bahwa cadangan karbon pada gambut mencapai 8 hingga 20 kali karbon pada vegetasi hutan. Kemampuan bentang lahan dalam membentuk tanah gambut merupakan suatu keuntungan bagi lingkungan lahan, antara lain sebagai cadangan karbon pada pool tanah dan sekaligus konservasi karbon. Penelitian ini bertujuan untuk menduga cadangan karbon gambut pada lahan

gambut yang telah digunakan untuk agroekosistem kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian secara administratif termasuk wilayah Kecamatan Pedamaran, Kabupaten OKI, Sumatera Selatan pada posisi 02°27'23,3" - 02°27'23,3" LU dan 103°11'30,1" - 103°11'30,1" LS. Iklim lokasi penelitian termasuk tropik basah dengan rerata curah hujan kurun waktu tahun 2003 hingga 2012 adalah tertinggi 352,7 mm pada Maret dan terendah 83 mm pada bulan Juli. Jumlah dan rerata curah hujan pada tahun 2012 adalah 2803 mm tahun⁻¹ dan 233,58 mm bulan⁻¹. Musim penghujan terjadi pada bulan Nopember hingga April 2012 dan musim kemarau pada bulan Mei hingga Oktober 2012.

Kondisi lahan sebelum digunakan untuk kegiatan agroekosistem kelapa sawit merupakan lahan gambut terdegradasi akibat deforestasi dan kebakaran lahan hampir setiap tahun dengan vegetasi semak belukar, rumput rawa dan tumbuhan pakisan. Penggunaan lahan saat ini adalah sebagai agroekosistem kelapa sawit. Luasan tanaman umur 5 tahun, 3 tahun dan 2 tahun adalah masing-masing 750; 1.660 dan 1.230 ha. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2012 hingga Juni 2013.

Cara Kerja Penelitian

Pendugaan Cadangan Karbon Tanah

Pendugaan cadangan karbon dilakukan dengan beberapa tahapan, yakni adalah 1) kegiatan di lapangan (diskripsi profil dan pengambilan contoh tanah), 2) kegiatan di laboratorium (penetapan Kerapatan Isi dan analisis karbon), dan 3) pengolahan data untuk mengetahui cadangan karbon di lahan. Penentuan titik profil pada lahan gambut pada lahan dengan tanaman kelapa sawit umur 2, 3 dan 5 tahun. Kedalaman pengeboran tanah dilakukan dari permukaan gambut hingga dijumpai tanah Alluvial.

Pengamatan yang dilakukan pada setiap titik profil adalah kedalaman gambut dan kematangan gambut (metoda peras). Pengambilan contoh gambut utuh dilakukan pada setiap lapisan kematangan gambut di setiap profil gambut. Contoh gambut untuk dimasukkan pada ring sampel dan selanjutnya digunakan untuk penetapan kerapatan isi. Penentuan kerapatan isi mengacu pada Balai Penelitian Tanah (2005), dengan rumus:

$$KI = BK/VRco \dots \dots \dots (1)$$

KI = kerapatan isi gambut ($g\ cm^{-3}$);

BK= Berat Kering (g); dan

VRcontoh= Volume ring contoh (cm^3)

Pengambilan contoh tanah tidak utuh diperlukan untuk analisis C gambut dengan metode pengubuan kering (*Loss-on-ignition*, LOI) (Balai Penelitian Tanah 2005), dengan memakai rumus:

$$\% BO = (B_{105}^{\circ C} - B_{550}^{\circ C}) / B_{105}^{\circ C} \times 100\% \dots (2)$$

%BO=persentase bahan organik (gambut),

B105^{°C}= berat material gambut pada suhu 105^{°C},

B550^{°C}= berat material gambut yang tersisa setelah pemanasan 550^{°C}.

Langkah selanjutnya adalah dengan melakukan konversi persentase bahan organik menjadi persentase karbon yang terkandung dalam material gambut dari hasil metode pengubuan kering (*loss on ignition*, LOI) (Pribyl 2010) dengan rumus:

$$\% C = (1/1,724) \times \% BO \dots \dots \dots (3)$$

% C = Kandungan karbon bahan gambut,
% BO= Persentase bahan gambut yang hilang pada proses *Loss on Ignition*,

1,724 = Konstanta untuk mengkonversi % bahan organik menjadi % C organik berdasarkan asumsi bahan organik mengandung 58 % C .

Langkah terakhir adalah perhitungan pendugaan cadangan karbon pada lahan gambut dengan rumus yang dikemukakan oleh Agus *et al.* (2007) sebagai berikut:

$$CKG = (KI \times C \times A \times D) \dots \dots \dots (4)$$

CKG = Cadangan karbon gambut ($t\ ha^{-1}$);

KI = Kerapatan isi ($g\ cm^{-3}$);

C = Kandungan karbon (C-organik, %);

A = Luas lahan (ha);

D = Ketebalan gambut (m);

HASIL DAN PEMBAHASAN

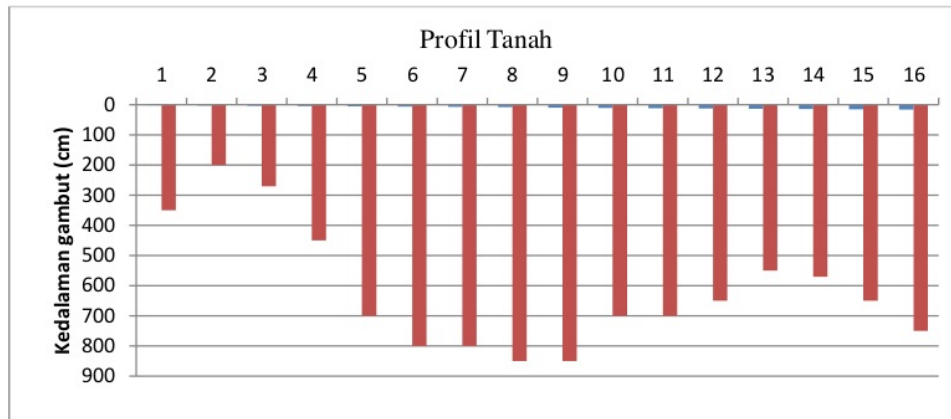
Pendugaan Cadangan Karbon Tanah

Hasil pengeboran gambut pada 16 profil pada lokasi penelitian memperlihatkan bahwa kedalaman gambut berkisar dari 200 hingga 850 cm (Gambar 1) dengan sebaran kedalaman gambut disajikan pada Gambar 2. Kedalaman gambut tersebut adalah tergolong gambut dalam hingga sangat dalam (Hardjowigeno 1993). Kedalaman gambut hingga 850 cm merupakan gambut terdalam di Sumatera Selatan. Terbentuknya ketebalan gambut hingga mencapai 850 cm menunjukkan bahwa kondisi lahan dan faktor pembentuk tanah gambut pada bentang lahan tersebut adalah sangat baik. Kecepatan proses penambatan karbon oleh vegetasi dan penimbunan vegetasi mati adalah lebih tinggi dari pada proses kehilangan karbon. Page *et al.* (2010) mengemukakan bahwa faktor pembentuk tanah pada lahan gambut adalah terutama didukung vegetasi tropis yang lebat dengan kondisi lahan selalu tergenang. Sebaran kedalaman gambut pada lokasi penelitian adalah berbeda (Gambar 3). Hal ini memperlihatkan bahwa kondisi topografi lahan sebelum terjadi pembentukan gambut adalah bergelombang dan faktor topografi mempunyai peranan dalam menentukan ketebalan gambut.

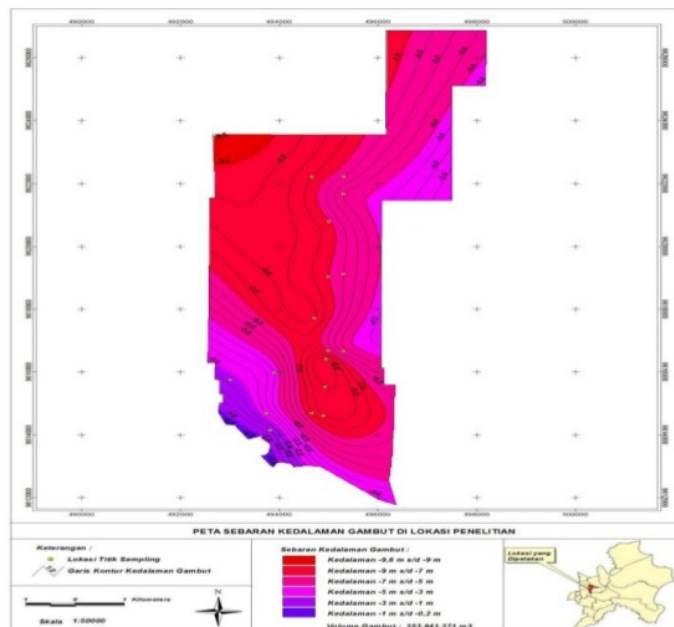
Nilai kerapatan isi adalah rerata nilai kerapatan isi dari setiap kematangan gambut pada setiap profil gambut. Rerata kerapatan isi gambut pada setiap profil berkisar dari 0,177 hingga Nilai kerapatan isi adalah rerata nilai kerapatan isi dari setiap kematangan gambut pada setiap profil gambut. Rerata kerapatan isi gambut pada setiap profil berkisar dari 0,177 hingga 0,201 $g\ cm^{-3}$ (Gambar 4). Perbedaan nilai kerapatan isi tersebut disebabkan adanya perbedaan kematangan gambut pada setiap profil tanah. Kematangan gambut saprik pada lokasi penelitian

adalah ditemukan pada permukaan gambut, hal ini karena pada lapisan permukaan gambut baik secara alami dan juga kegiatan manusia mampu mempercepat kematangan gambut. Disisi lain, pada lapisan gambut lebih dalam adalah ditemukan gambut pada tingkat kematangan fibrik dan hemik. Semakin dalam gambut akan mempunyai nilai kerapatan isi semakin beragam. Sebaran nilai kera-

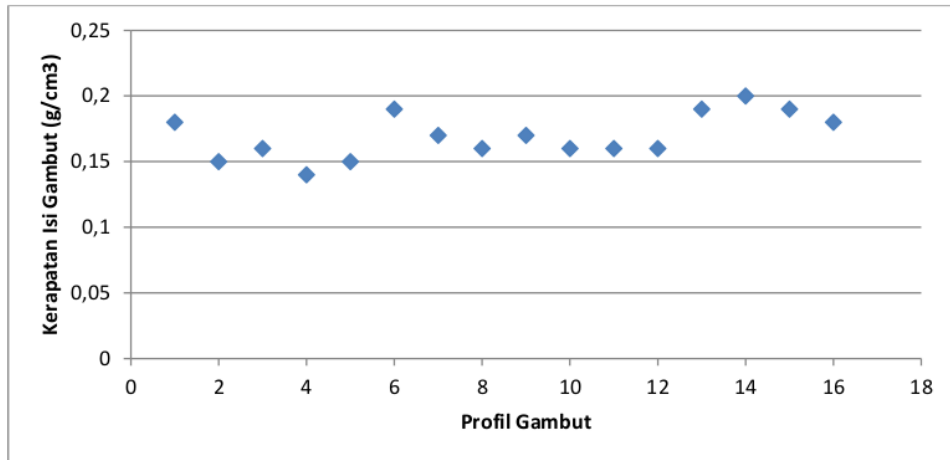
patan isi (Gambar 3), adalah lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Yulianti (2009) yang berkisar dari 0,07-1,73 g cm⁻³, namun masih pada kisaran kerapatan isi gambut secara umum di Indonesia, yakni pada kisaran 0,03-0,3 g cm⁻³. Andriess (1988) kerapatan isi gambut adalah sangat rendah dan merupakan salah satu sifat gambut terpenting dalam menilai cadangan karbon gambut.



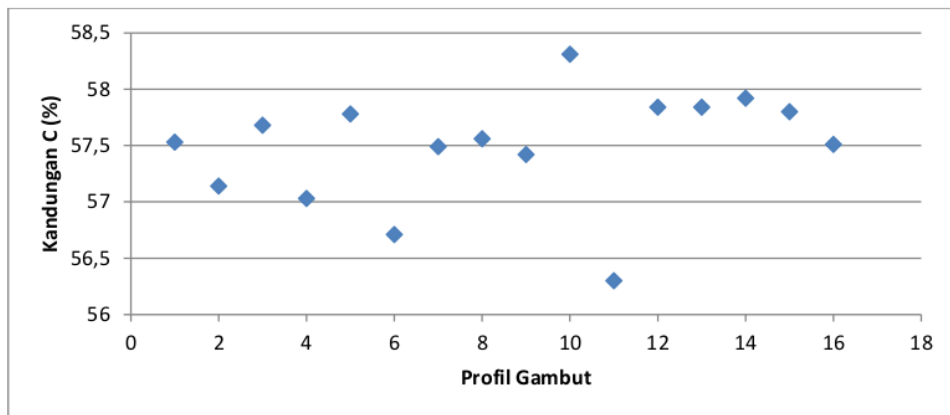
Gambar 1. Kedalaman Gambut pada Lokasi Penelitian



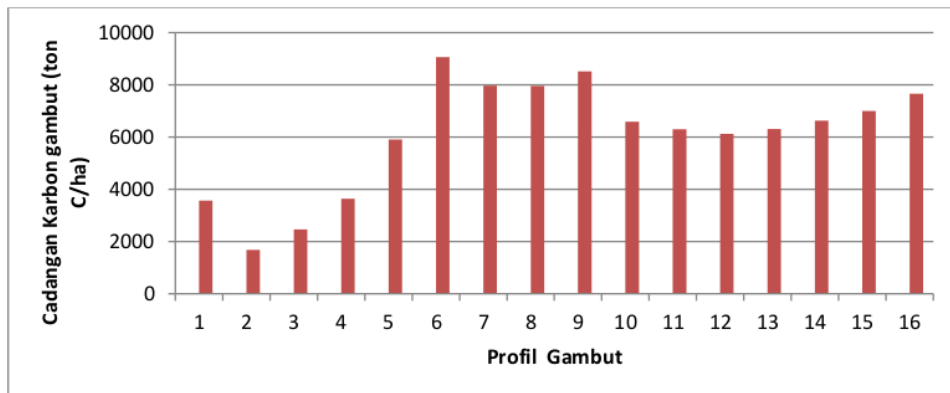
Gambar 2. Sebaran kedalaman gambut lokasi penelitian



Gambar 3. Sebaran rerata kerapatan isi gambut pada loka si penelitian



Gambar 4. Sebaran rerata kandungan gambut pada lokasi penelitian



Gambar 5. Cadangan karbon gambut pada lokasi penelitian

Kandungan C organik pada lokasi penelitian C adalah tergolong tinggi yang berkisar dari 56,30 hingga 58,31 %. Nilai kandungan karbon tersebut adalah relatif sama dengan hasil penelitian Salampak (1999) dan Handayanai *et al.* (2001) sebesar 50-58 % dan lebih tinggi dari Melling *et al.* (2005) yakni 44,7 %. Nilai kandungan C tanah gambut mempunyai peran sangat penting dalam penentuan cadangan karbon gambut pada lahan.

Hasil pendugaan cadangan karbon gambut pada lokasi penelitian, dengan menggunakan rumus 4, adalah berkisar dari 1.675,361 ton C ha⁻¹ hingga 9.055,922 ton C ha⁻¹. Tinggi nilai cadangan karbon adalah sangat ditentukan dari nilai kerapatan isi dan kedalaman gambut pada masing masing profil gambut. Semakin tebal gambut akan semakin tinggi cadangan karbon pada lahan tersebut (Hooijer *et al.* 2006). Nilai cadangan karbon tersebut lebih tinggi dari hasil penelitian Page *et al.* (2002), Wahyunto (2005), Melling *et al.* (2007), Agus & Subiksa, (2008) dan Agus *et al.* (2009).

SIMPULAN DAN SARAN

Kedalaman gambut pada lokasi penelitian termasuk gambut dalam hingga sangat dalam dan sebagai salah satu lokasi lahan gambut terdalam di Sumatera Selatan. Karakteristik kedalaman dan kerapatan isi gambut menjadi faktor utama dalam pendugaan cadangan karbon di lahan gambut.

DAFTAR PUSTAKA

Agus, F., 2007. Cadangan, Emisi dan Konservasi Karbon pada Lahan Gambut. Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air. Pengurus Pusat Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia. 2004-2007.

Agus F, & Subiksa I. G. M., 2008. Lahan Gambut: Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan. Balai Penelitian

Tanah dan World Agroforestry Centre, Bogor.

Agus, F., E. Runtuwuu, T. June, E. Susanti, H. Komara, H. Syahbuddin, I. Las, & M. Van Noordwijk. 2009. Carbon Dioxide Emission in Land Use Transitions to Plantation. *Jurnal Litbang Pertanian* 28(4) 119-126.

Agus F, K. Hairiah, & A. Mulyani 2011. Pengukuran Cadangan Karbon Tanah Gambut. Petunjuk Praktis. World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office dan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP), Bogor, Indonesia.

Andriessse, J. P. 1988. Nature and Management of Tropical Peat Soils. Soil Resources, Management and Conservation Service, FAO Land and Water Development Division. FAO. Rome.

Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk.

Handayani, I. P., P. Prawito, & P. Lestari. 2001. Fraksional Pool Bahan Organik Labil pada Hutan dan Lahan Pasca Deforestasi. *J. Ilmu Ilmu Pertanian Indonesia*. 2 (2): 75-83.

Hardjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo. Jakarta.

Hooijer, A., M. Silvius, H. Wosten, & S. E. Page, 2006. Peat-CO₂, Assessment of CO₂ Emissions from Drained Peat Lands in SE Asia. Delf Hydraulics report Q3943.

Kees van Dijk & H. Savenije. 2011. Kelapa sawit atau hutan? Lebih dari sekedar definisi. Tropenbos International Indonesia Programme. Desa Putera, Jakarta, Indonesia.

Lal, R. 2008. Sequestration of Atmospheric CO₂ in Global Carbon Pools. *Energy Environ. Sci.* 1: 86-100.

Melling, L. Hatano, R. & Goh, K. J. 2005. Soil CO₂ Flux From Ecosystem in Tropical Peat Land of Serawak. *Malaysia. Tell us.* 57: 1-11

- Melling, L., ⁹ J Goh, C. Beavies, & R. Hatanto. 2007. Carbon Flow and Budget in A Young Mature Oil Palm Agroekosistem on Deep Tropical Peat. Proceeding of The International Symposium on Tropical Peat Land. Jakarta.
- Noor, M. 2001. Pertanian Lahan Gambut: Potensi dan Kendala. Penerbit Kanisius. ¹ Jakarta.
- Page S. E., Siegert F., Rieley J. O., Boehm H. D.V., A. Jaya & S. Limin. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420:61-65.
- Page, S., R. Wust, & C. Banks. 2010. Past and present carbon accumulation and loss in southeast Asian peatlands. In: Scientific Highlights: Peatlands Pages News. Vol 18, No 1.
- Prayitno, M. B. & Bakri. 2005. Laporan Survei Kajian Karakteristik Gambut di Wilayah Hutan Kayu Agung, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. South Sumatra Forest Fire Management Project. 60
- Prayitno, M. B. 2006. Laporan Survei Studi Karakteristik Lahan Gambut Desa Muara Medak, Kecamatan Bayung Lencir, Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. South Sumatra Forest Fire ¹¹ Management Project.
- Pribyl, D.W. 2010. A Critical Review of The Conventional SOC to SOM Conversion Factor. *10* *oderma*, 156: 75-83.
- Salampak. 1999. Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- South Sumatra Forest Fire Management Project, 2005. Sistem Informasi ¹⁴ Kebakaran Hutan dan Lahan.
- Wahyunto, S. Ritung, Suparto, & H. Subagjo. 2005. Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan. *Watlands International*. ¹² Bogor.
- Soil Survey Staff. 1998. Kunci Taksonomi Tanah. Edisi Kedua. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian ⁴ dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Yulianti, N. 2009. Cadangan Karbon Lahan Gambut Dari Agroekosistem Kelapa Sawit PTPN IV Ajamu Kabupaten Labuhan Batu Sumatera Utara. Thesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.

Pendugaan cadangan karbon

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

- 1** Sue Page, R Wüst, C Banks. "Past and present carbon accumulation and loss in Southeast Asian peatlands", **PAGES news**, 2010 35 words — 1%

Crossref
- 2** Guan Xhuan Wong, Ryuichi Hirata, Takashi Hirano, Frankie Kiew et al. "How do land use practices affect methane emissions from tropical peat ecosystems?", **Agricultural and Forest Meteorology**, 2020 29 words — 1%

Crossref
- 3** Wiwiek Setyawati, Enri Damanhuri, Puji Lestari, Kania Dewi. "Correlation Equation to Predict HHV of Tropical Peat Based on its Ultimate Analyses", **Procedia Engineering**, 2015 26 words — 1%

Crossref
- 4** Ambar Tri Ratnaningsih, Sri Rayahu Prasytaningsih. "The Characteristics of Peats and Co Emission Due to Fire in Industrial Plant Forests ", **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 2017 25 words — 1%

Crossref
- 5** Jan Horas Veryady Purba. "Replanting policy of Indonesian palm oil plantation in strengthening the implementation of sustainable development goals", **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 2019 24 words — 1%

Crossref
- 6** Silke Cram. "Mobility and Persistence of Petroleum Hydrocarbons in Peat Soils of Southeastern Mexico", **Soil and Sediment Contamination**, 9/2004 24 words — 1%

Crossref

-
- 7 Endriani Endriani, Agus Kurniawan. "Konservasi Tanah dan Karbon Melalui Pemanfaatan Biochar Pada Pertanaman Kedelai", Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi|JIITUJ|, 2018 23 words — 1%
Crossref
-
- 8 Tim Rixen, Antje Baum, Harni Sepryani, Thomas Pohlmann, Christine Jose, Joko Samiaji. "Dissolved oxygen and its response to eutrophication in a tropical black water river", Journal of Environmental Management, 2010 22 words — 1%
Crossref
-
- 9 Hassan, M.N.A.. "Life cycle GHG emissions from Malaysian oil palm bioenergy development: The impact on transportation sector's energy security", Energy Policy, 201105 21 words — 1%
Crossref
-
- 10 "Tropical Peatland Ecosystems", Springer Nature, 2016 19 words — 1%
Crossref
-
- 11 E. I. Vanguelova, E. Bonifacio, B. De Vos, M. R. Hoosbeek et al. "Sources of errors and uncertainties in the assessment of forest soil carbon stocks at different scales—review and recommendations", Environmental Monitoring and Assessment, 2016 19 words — 1%
Crossref
-
- 12 Sheil, Douglas, Imam Basuki, Laura German, Thomas W. Kuyper, Godwin Limberg, Rajindra K. Puri, Bernard Sellato, Meine van Noordwijk, and Eva Wollenberg. "Do Anthropogenic Dark Earths Occur in the Interior of Borneo? Some Initial Observations from East Kalimantan", Forests, 2012. 18 words — 1%
Crossref
-
- 13 Andrew Carroll. "Cellulosic Biofuels", Annual Review of Plant Biology, 06/2009 17 words — 1%
Crossref
-
- 14 A Meilin, S Handoko, R Rubiana, Rustam, Endrizal. "Problems of Pests and Diseases on "Liberika Tungkal Komposit" Coffee in Peatlands, Jambi Province", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019 16 words — 1%

15 Mahendra Harjianto, Naik Sinukaban, Suria Darma Tarigan, Oteng Haridjaja. "LAND CAPABILITY EVALUATION FOR LAND USE RECOMMENDATION IN LAWOWATERSHED", Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea, 2016

16 words — **1%**

Crossref

EXCLUDE QUOTES ON
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES < 1%