

**BIOMASA HUTAN RAWA GAMBUT TROPIKA
PADA BERBAGAI KONDISI PENUTUPAN LAHAN*)**
*(Biomass Content of Tropical Peat Swamp Forest
Under Various Land Cover Conditions)*

Oleh/By:

Adi Jaya¹⁾, Ulfah J. Siregar²⁾, Herman Daryono³⁾, dan/and Sona Suhartana⁴⁾

1) Fakultas Pertanian dan Pusat Kerjasama Internasional Pengelolaan Lahan Gambut Tropika (CIMTROP),
Universitas Palangkaraya

Jl. Yos Sudarso, Palangkaraya 73111

2) Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

Kampus IPB Dramaga; Po Box 168 Bogor

3) Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165; Telp. 0251-633234, 7520067; Fax 0251-638111 Bogor

4) Pusat Litbang Hasil Hutan

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 182; Telp. 0251-633378, 633413; Fax 0251-633413 Bogor

*) Diterima : 13 Maret 2007; Disetujui : 03 September 2007

ABSTRACT

Tropical peatlands provides very important functions that are vitally linked to conservation issues, especially carbon storage and sequestration, which influence global climate change. These peatlands, however, are also subject to various land use pressures including active forestry development, agricultural drainage, energy, and horticultural uses. A research on peat swamp forest biomass and biodiversity has been carried out within several land cover types, namely relatively good peat swamp forest, logged over area, and ex-fire area. Destructive methods were employed within 10 x 10 m² plots established within study area with 3 replications. Samples of each organ such as trunk, branch, twigs, and leaves were taken for water content analysis. The results show that there is a significant difference in above ground biomass between the good relatively peat swamp forest, logged over area, and ex-fire area. The average amount of the above ground biomass was between 400 and 900 tonnes/ha for natural peat swamp forest, from 240 to 400 tonnes/ha for logged over area, from 210 to 460 tonnes/ha for an ex-fire 1997 area, and between 15 and 21 tonnes/ha for twice affected area by fire.

Key words: Peat swamp forest, logged over area, ex-fire, biomass

ABSTRAK

Lahan gambut tropika memiliki fungsi sangat penting yang terkait dengan masalah konservasi, terutama fungsi simpanan dan rosot karbon, yang mempengaruhi perubahan iklim global. Namun, lahan gambut mengalami berbagai tekanan dari penggunaan lahan yang beragam termasuk pembangunan kehutanan, drainase pertanian, energi, dan hortikultura. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan informasi biomasa hutan gawa gambut tropika terutama di Kalimantan Tengah pada berbagai kondisi penutupan lahan. Penelitian pada biomasa rawa gambut dilaksanakan pada beberapa jenis penutupan lahan yaitu hutan rawa gambut primer, hutan bekas tebangan, dan kawasan bekas terbakar. Metode destruktif diterapkan pada tiga petakan berukuran 10 x 10 m². Contoh masing-masing bagian vegetasi seperti batang, cabang, ranting, dan daun diambil untuk analisis kadar air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada suatu perbedaan biomasa di atas permukaan tanah yang nyata antara hutan rawa gambut yang relatif masih baik, hutan bekas tebangan, dan kawasan terbakar. Rata-rata jumlah biomasa adalah antara 400-900 ton/ha untuk hutan rawa gambut yang relatif masih baik, 240-400 ton/ha untuk hutan bekas tebangan, 210-460 ton/ha untuk kawasan bekas kebakaran tahun 1997, dan antara 15 hingga 21 ton/ha untuk kawasan yang dua kali mengalami kebakaran.

Kata kunci: Hutan rawa gambut, bekas tebangan, bekas terbakar, biomasa

I. PENDAHULUAN

Terdapat sedikitnya dua alasan mengapa sumberdaya hutan rawa gambut tropika menjadi sangat penting berkaitan dengan karbon dan biomasa. Pertama, bahwa hutan rawa gambut merupakan penyimpanan karbon utama di dunia. Total simpanan karbon di lahan gambut dunia diperkirakan sekitar 525 Gigaton (Gt) C (Maltby dan Immirzi, 1993). Dari seluruh simpanan karbon di tanah yang berkisar antara 1.000-2.000 Gt, lahan gambut tropika menyimpan sebanyak 20 % dari jumlah tersebut. Kedua, konversi hutan rawa gambut menjadi penggunaan lahan lainnya mengakibatkan degradasi lahan gambut dan lingkungannya. Sebagian besar lahan gambut di Indonesia menghadapi ancaman deforestasi atau tekanan konversi lahan (Siregar *et al.*, 2004).

Tresnawan dan Rosalina (2002) menyebutkan bahwa kajian biomasa hutan merupakan suatu langkah awal penelitian produktivitas serta sangat penting dipelajari untuk mengetahui siklus hara dan aliran energi dari suatu ekosistem hutan tropika. Secara umum kajian biomasa dibagi menjadi dua bagian yaitu biomasa di atas tanah (*above ground biomass*) dan biomasa di bawah permukaan tanah (*below ground biomass*).

Biomasa hutan memiliki kandungan karbon yang potensial. Hampir 50 % dari biomasa vegetasi hutan tersusun atas unsur karbon. Unsur tersebut dapat dilepas ke atmosfer dalam bentuk karbondioksida (CO₂) apabila hutan dibakar, sehingga jumlahnya bisa meningkat secara drastis di atmosfer dan menjadi masalah lingkungan global. Oleh karena itu pengukuran terhadap biomasa sangat dibutuhkan untuk mengetahui berapa besar jumlah karbon yang tersimpan di dalam hutan dan pengaruhnya terhadap siklus biogeokimia. Telah banyak usaha yang dilakukan oleh para ahli untuk mengukur jumlah biomasa di hutan tropika dengan cara membuat model-model yang dapat memperkirakan kontribusi deforestasi dan degradasi hutan tropika dan

pembakaran biomasa terhadap peningkatan emisi gas CO₂ di atmosfer.

Kajian yang didasarkan dari hasil analisis pengukuran jumlah biomasa vegetasi di bagian atas permukaan dan di bagian bawah permukaan di hutan rawa gambut dilakukan dengan pengukuran secara langsung dan secara khusus dilakukan perbandingan dengan perkiraan dengan menggunakan persamaan alometrik yang telah ada pada aspek biomasa di atas permukaan tanah. Dengan metode ini diharapkan pada masa mendatang informasi yang berkaitan dengan biomasa di atas permukaan tanah ini dapat diduga dengan menggunakan persamaan alometrik sehingga dapat dilakukan penghematan biaya dan tenaga. Selain itu dihindarinya kerusakan sumberdaya hutan melalui penebangan untuk mendapatkan data biomasa secara langsung.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang besarnya biomasa di lahan gambut tropika pada berbagai kondisi penutupan lahan, di Kalimantan Tengah.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian dilaksanakan pada kawasan Blok B, C, dan E, eks Proyek Lahan Gambut (PLG) di Kalimantan Tengah (Gambar 1) dari bulan Maret hingga Agustus 2005. Analisis kadar air dilakukan di Laboratorium Analitik, Universitas Palangkaraya. Untuk mendapatkan lokasi penelitian sesuai dengan kondisi yang diinginkan, yaitu hutan rawa gambut yang relatif baik (HRB), hutan bekas tebangan (HBT), dan hutan bekas terbakar (HBK), dilakukan penelitian pendahuluan. Tampilan kondisi hutan melalui penampakan citra satelit menjadi dasar utama penetapan lokasi penelitian. Berbagai informasi dari masyarakat sekitar lokasi penelitian juga digunakan sebagai informasi tambahan, terutama untuk lokasi HBT dan HBK. Khususnya untuk kawasan

HBT, kawasan yang tersedia relatif terbatas, dan kawasan Blok E eks PLG yang merupakan kawasan penyangga menjadi pilihan. Untuk kawasan HBT dan HBK, dilakukan pengukuran pada Blok B dan C untuk mengakomodir kemungkinan variasi kondisi hutan.

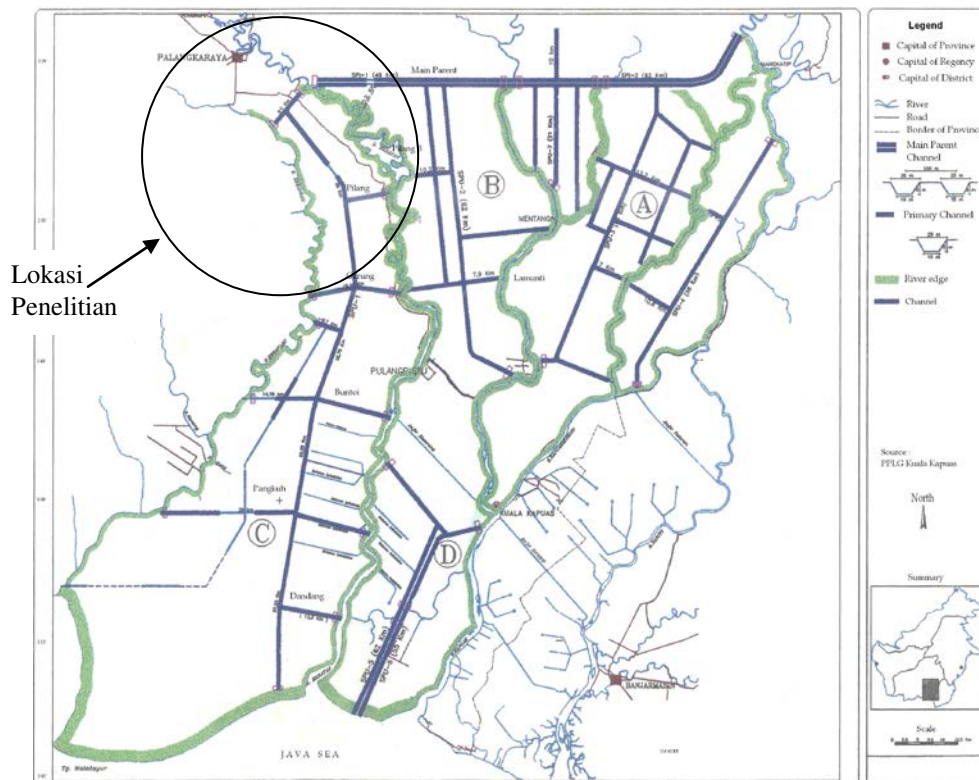
B. Pengumpulan Data

Lokasi pengambilan contoh ditentukan secara purposif. Sebanyak masing-masing tiga plot pengamatan berukuran 10 m x 10 m (Murdiyarso, Hairiah & van Noodwijk, 1994) dibuat untuk masing-masing kondisi penutupan lahan yaitu HRB, HBT, dan HBK tahun 1997 dan 2002. Pengenalan semua jenis vegetasi dilakukan untuk semua vegetasi dengan diameter ≥ 2 cm dilakukan di kawasan HRB di kawasan kerja (zone) E, sedangkan untuk HBT meliputi dua lokasi, yaitu satu plot di zone C dan dua plot di zone E. Untuk HBK tahun 1997, dua plot

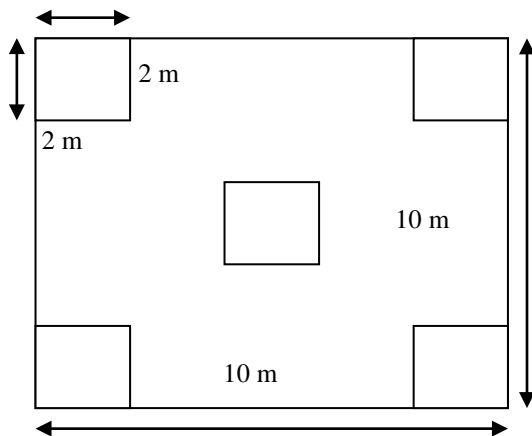
berlokasi di zone C dan satu plot di zone E. Untuk HBK pada tahun 1997 dan tahun 2002, plot pengamatan sebanyak dua plot di zone C dan satu plot di zone E.

Pada setiap plot pengamatan berukuran 10 m x 10 m, dibuat sebanyak lima sub plot berukuran 2 m x 2 m, untuk pengamatan tumbuhan bawah (diameter batang < 2 cm), vegetasi non-pohon, serasah, vegetasi mati, dan perakaran (Gambar 2).

Pengumpulan serasah, kayu mati, dan akar halus juga dilakukan dan masing-masing ditempatkan pada wadah (karung) yang berbeda, kemudian ditimbang untuk mengetahui bobot bersihnya. Selanjutnya dilakukan pengambilan contoh seberat sekitar 100-200 g untuk serasah, kayu mati, dan perakaran tersebut, selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong kertas serta ditimbang untuk mendapatkan bobot bersihnya. Kode diberikan masing-masing sesuai jenis biomasanya.



Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian di Blok B, C, dan E eks Proyek PLG di Kalimantan Tengah (Research site map in Block B, C, and E ex MRP project in Central Kalimantan)



Gambar (Figure) 2. Plot dan sub plot untuk pengukuran biomasa vegetasi, tumbuhan bawah, serasah, dan perakaran (*Plot and sub plot for biomass measurement of vegetation, undergrowth, litter, and roots*)

Satu per satu vegetasi dengan diameter ≥ 2 cm ditebang pada ketinggian 0,3 m dari permukaan tanah, dan nantinya sisa tegakan tersebut juga akan ditebang rata dengan permukaan tanah dan bobotnya akan dimasukkan sebagai bobot total vegetasi tersebut. Sebelum vegetasi dipotong-potong dengan ukuran tertentu, terlebih dahulu dilakukan pengukuran tinggi vegetasi hingga mencapai bagian teratas dari tajuk. Seluruh daun dipetik dan ditimbang kemudian contoh daun sebanyak antara 100-200 g dimasukkan ke dalam kantong kertas yang sudah diketahui bobotnya dan kemudian ditimbang serta diberi kode.

Setelah selesai penimbangan daun, seluruh cabang dipotong dan dipisahkan dengan rantingnya. Secara terpisah masing-masing cabang dan ranting ditimbang, dan dari keduanya juga diambil contoh sebanyak antara 100-200 g dan dimasukkan ke dalam kantong kertas dan ditimbang untuk mengetahui berat bersihnya. Selanjutnya contoh cabang dan ranting diberi kode. Batang vegetasi dipotong-potong pada posisi 0,3 m; 1,3 m; 3,3 m; 5,3 m dan seterusnya untuk memudahkan penimbangan. Setelah dilakukan penimbangan, maka masing-masing potongan tersebut diambil sampel, lalu diberi kode dan ditimbang.

Untuk pengukuran biomasa perakaran (*below ground biomass*) dilakukan sebagai berikut : Untuk akar halus dilakukan pengukuran seluruhnya pada setiap sub plot berukuran 2 m x 2 m dengan cara mengambil semua akar halus yang ada di bagian atas lapisan tanah. Setelah penimbangan seluruh bobot basah akar tersebut dilakukan pengambilan contoh akar halus sebanyak 200-300 g dan ditimbang. Untuk perakaran pohon besar, dilakukan pengambilan contoh vegetasi pada beberapa kelas diameter batang yang ada dalam plot pengukuran. Seluruh bagian perakaran diangkat dengan cara menggali seluruh bagian perakaran tersebut dan kemudian menimbangnya. Pengambilan contoh sebanyak 200-300 g dilakukan untuk menetapkan kadar air.

Keseluruhan contoh batang cabang dan akar dikeringkan dalam oven dengan suhu antara 80 dan 90° C selama empat hari (96 jam), sedangkan contoh untuk kulit, ranting, dan daun dikeringkan dalam oven dengan kisaran suhu yang sama selama dua hari (48 jam). Berat kering contoh setelah dikurangi dengan berat kering kantong kertas digunakan untuk perhitungan kadar air masing-masing bagian vegetasi. Untuk kadar air tanah gambut ditetapkan pada suhu 105° C selama 24 jam.

C. Pengolahan Data

1. Biomasa di Bagian Atas Permukaan

a. Pendugaan berat kering total dari setiap contoh vegetasi

Biomasa satu jenis vegetasi dengan diameter ≥ 2 cm merupakan penjumlahan biomasa bagian tanaman (batang, cabang, ranting, dan daun). Berat kering bagian tanaman (BKT) dihitung dari perbandingan atau persentase berat kering contoh (BKC) dengan berat basah contoh (BBC) dikalikan dengan berat basah total (BBT), atau dengan rumus:

$$BKT = \frac{BKC}{BBC} \times BBT$$

b. Perhitungan biomasa per unit area

Total biomasa di atas permukaan tanah untuk masing-masing petak merupakan penjumlahan biomasa tiap tegakan dalam petak contoh, baik yang merupakan hasil pengukuran maupun yang dihitung dengan menggunakan persamaan alometrik yang dikembangkan oleh Yamakura *et al.* (1996) dan Brown (1997). Selain itu, pada kawasan penelitian dikembangkan suatu persamaan alometrik dengan persamaan umum:

$$\text{BKT} = a (\text{DBH}^2)^b \text{ atau}$$

$$\ln \text{BKT} = \ln a + b \ln (\text{DBH}^2),$$

dimana a dan b adalah koefisien regresi.

Biomasa tiap hektar dihitung sebagai berikut:

$$\text{BT} = \frac{\sum \text{BKT}}{L}$$

dimana:

BT = Biomasa total (ton bahan kering/ha)

$\sum \text{BKT}$ = Jumlah total berat kering setiap jenis vegetasi (ton bahan kering)

L = Luas plot/sub plot (ha)

2. Biomasa di bawah permukaan tanah

Berat kering total bagian tanaman akar (BKT) dihitung dari perbandingan atau persentase berat kering contoh (BKC) dengan berat basah contoh (BBC) dikalikan dengan berat basah total (BBT), atau dengan rumus:

$$\text{BKT} = \frac{\text{BKC}}{\text{BBC}} \times \text{BBT}$$

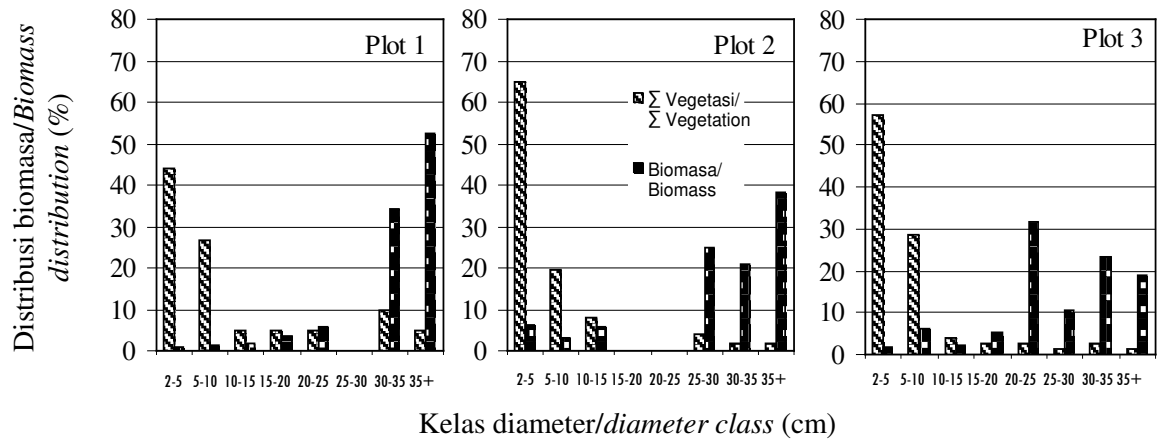
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi diameter (dbh) vegetasi dan biomasa bagian atas pada beberapa kelas diameter pada hutan alam rawa gambut yang relatif masih baik (HRB) di kawasan Blok E eks PLG disajikan pada Gambar 3, sedangkan pada hutan bekas tebangan (HBT) dan bekas kebakaran (HBK) tahun 1997 disajikan masing-masing pada Gambar 4 dan Gambar 5. Gambar 3 (HRB) memperlihatkan bahwa sebagian besar vegetasi memiliki kelas diameter 2-5 cm dan 5-10 cm, dan jum-

lahnya berkisar antara 45 hingga 65 % dari jumlah vegetasi yang ada dalam kawasan tersebut. Namun, dalam hal biomasa bagian atas permukaan tanah, vegetasi dengan diameter 30-35 cm dan > 35 cm mengandung 86,67 % dari biomasa total dalam plot-1 dan 59,28 % dalam plot-2; vegetasi dengan diameter 20-25 cm dan 30-35 cm mendominasi plot-3, dengan 54,96 % dari biomasa total. Kondisi yang serupa diperlihatkan pada kawasan HBT (Gambar 4) dan HBK (Gambar 5) dengan sebagian besar vegetasi juga ada dalam kelas diameter 2-5 cm dan 5-10 cm; 87,49 % vegetasi dari HBK didominasi oleh vegetasi dengan diameter < 10 cm. Dari keseluruhan biomasa bagian atas, vegetasi dengan kelas diameter 10-15 cm, 20-25 cm, dan 25-30 cm menyumbang sebesar 57,10 % dari total biomasa di kawasan HBT, sementara pada kawasan HBK tahun 1997, 59,04 % dari biomasa atas bersumber dari vegetasi dengan kelas diameter 5-10 cm, 10-15 cm, dan 30-35 cm.

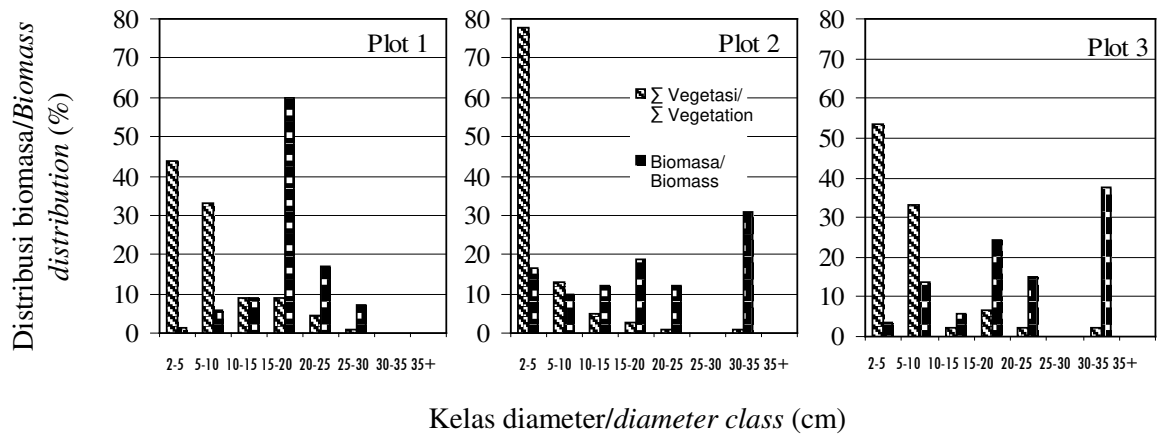
Hasil pengukuran total biomasa dan hasil pendugaan dengan persamaan alometrik untuk hutan yang masih relatif baik (HRB), hutan bekas tebangan (HBT), hutan bekas terbakar (HBK) tahun 1997, dan HBK dua kali tahun 1997 dan 2002, disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 6a, sementara untuk tumbuhan bawah, serasah, dan *necromass* (serasah kayu mati) disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 6b.

Tabel 1 dan Gambar 6a, memperlihatkan bahwa rata-rata biomasa atas permukaan tanah pada hutan relatif baik (HRB) adalah 621,23 ton/ha dengan kisaran antara 430,05 ton/ha dan 927,47 ton/ha, dan dari jumlah tersebut biomasa vegetasi berkisar antara 358,60 ton/ha dan 904,42 ton/ha; sedangkan sisanya merupakan serasah, tumbuhan bawah, dan kayu mati. Rata-rata biomasa bagian atas tersebut sedikit lebih tinggi dibandingkan dugaan biomasa dengan menggunakan persamaan alometrik yang dikembangkan oleh Yamakura *et al.*, (1986) dengan kisaran biomasa antara



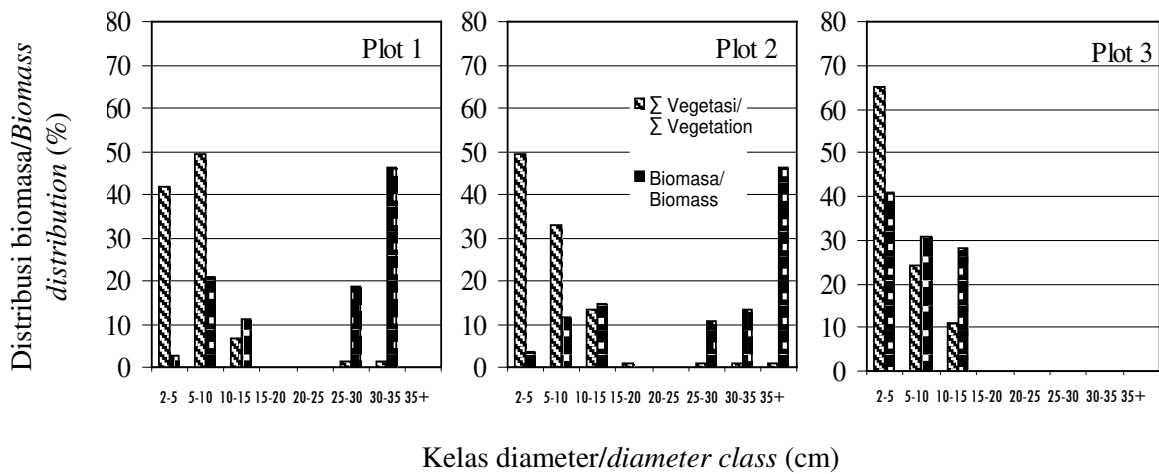
Keterangan (Remarks): Distribusi kelas diameter dan biomasa didasarkan pada hasil pengukuran (*Diameter class and biomass distribution based on study result*); Σ = Jumlah (Sum).

Gambar (Figure) 3. Distribusi biomasa (%) vegetasi pada kawasan hutan rawa gambut yang relatif masih baik di kawasan Blok E, eks PLG (*Vegetation biomass distribution (%) on relatively good peat swamp forest of Block E ex-MRP*)



Keterangan (Remarks): Distribusi kelas diameter dan biomasa didasarkan pada hasil pengukuran (*Diameter class and biomass distribution based on study result*); Σ = Jumlah (Sum).

Gambar (Figure) 4. Distribusi biomasa (%) vegetasi pada kawasan bekas tebangan di Blok C dan E, eks PLG (*Vegetation biomass distribution (%) on logged over area of Block C and E ex MRP*)



Keterangan (Remarks): Distribusi kelas diameter dan biomasa didasarkan pada hasil pengukuran (*Diameter class and biomass distribution based on study result*); Σ = Jumlah (Sum)

Gambar (Figure) 5. Distribusi biomasa (%) vegetasi pada kawasan bekas terbakar di Blok B dan C, eks PLG (*Vegetation biomass distribution (%) on ex-fire area of Block B and C ex MRP*)

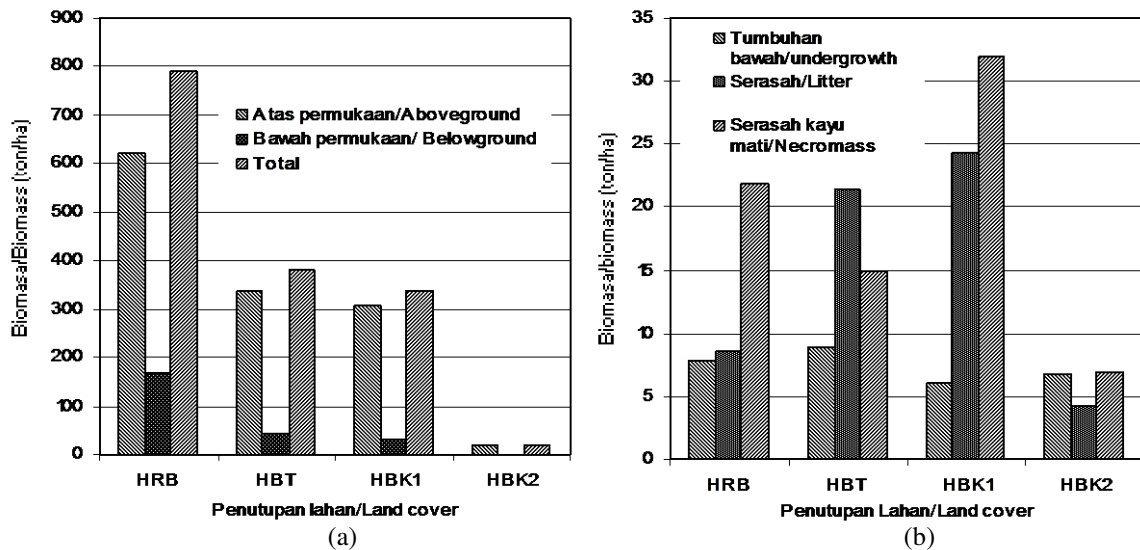
Tabel (Table) 1. Jumlah biomasa (ton/ha) pada berbagai penutupan lahan di hutan rawa gambut (Number of biomass(tonnes/ha) on various ground cover at peat swamp forest)

Bagian vegetasi (Part of vegetation)	Hutan rawa gambut primer (Natural peat swamp forest)				Bekas tebangan (Logged over area)			
	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Rataan (Mean)	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Rataan (Mean)
Atas permukaan (Aboveground)*	927,47	430,05	506,18	621,23	239,78	371,56	398,42	336,59
Bawah permukaan (Belowground)**	231,91	93,26	183,15	169,44	55,44	50,42	28,73	44,86
Total	1.159,38	523,31	689,33	790,67	295,22	421,98	427,15	381,45
	Bekas terbakar (Ex-fire) 1997				Bekas terbakar (Ex-fire) 1997/2002			
	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Rataan (Mean)	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Rataan (Mean)
Atas permukaan (Aboveground)*	249,32	460,75	214,18	308,08	21,40	14,75	17,67	17,94
Bawah permukaan (Belowground)**	33,16	40,26	21,74	31,72	0	0	0	0
Total	282,48	501,01	235,92	339,80	21,40	14,75	17,67	17,94

Keterangan (Remarks) :

* Mencakup biomasa vegetasi diameter > 2 cm, tanaman bawah (< 2 cm), serasah, dan serasah kayu mati (Including vegetation biomass with diameter of >2 cm, understory, litter, and necromass)

** Mencakup akar halus dan akar pohon dengan diameter > 2 cm (Including soft root and root with diameter of > 2 cm)



Gambar (Figure) 6. a). Rata-rata biomasa vegetasi; b). Rata-rata jumlah biomasa pada anakan, serasah, dan serasah kayu mati pada berbagai kondisi penutupan lahan di hutan rawa gambut; HRB = Hutan relatif baik; HBT = Hutan bekas tebangan; HBK = Hutan bekas terbakar (a). The average of vegetation biomass; b). The average of biomass of undergrowth, litter, and necromass on various ground cover condition in peat swamp forest; HRB = Natural peat swamp forest, HBT = Logged over area, HBK = Ex-fire area)

310,59 ton/ha dan 828,72 ton/ha. Namun sebaliknya, hasil tersebut sedikit lebih rendah dibanding besarnya biomasa yang diduga dengan menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Brown (1997)

dengan kisaran antara 411,99 ton/ha dan 931,28 ton/ha.

Terjadi penurunan besarnya biomasa di atas permukaan tanah akibat kegiatan pembalakan menjadi sekitar 239,78 ton/ha

Tabel (Table) 2. Jumlah biomasa (ton/ha) dalam tumbuhan bawah, serasah, dan serasah kayu mati pada berbagai kondisi penutupan lahan di hutan rawa gambut (*Number of biomass (tonnes/ha) in understory, litter, necromass on various ground cover at peat swamp forest*)

Aspek (Aspect)	Hutan relatif baik (<i>Relatively good forest</i>)				Hutan bekas tebangan (<i>Logged over area</i>)			
	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Rataan (Mean)	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Rataan (Mean)
Tumbuhan bawah (<i>Understory</i>)	4,50	13,06	6,09	7,88	8,51	7,33	10,81	8,89
Serasah (<i>Litter</i>)	8,04	9,24	8,58	8,62	26,23	25,98	12,12	21,44
Serasah kayu mati (<i>Necromass</i>)	10,52	49,15	5,97	21,88	18,31	14,46	11,90	14,89
	Bekas terbakar (<i>Ex-fire</i>) 1997				Bekas terbakar (<i>Ex-fire</i>) 1997/2002			
	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Rataan (Mean)	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Rataan (Mean)
Tumbuhan bawah (<i>Understory</i>)	5,02	10,66	2,51	6,06	5,50	9,22	5,47	6,73
Serasah (<i>Litter</i>)	27,96	26,06	18,63	24,22	1,56	4,04	7,16	4,25
Serasah kayu mati (<i>Necromass</i>)	40,70	17,03	38,13	31,96	14,34	1,48	5,04	6,96

dan 398,42 ton/ha dengan rata-rata sebesar 337 ton/ha. Penurunan besarnya biomasa yang tajam terjadi pada kawasan bekas terbakar (HBK), khususnya kawasan yang terbakar lebih dari sekali. Biomasa pada kawasan HBK sekali pada tahun 1997 berkisar antara 214,18 ton/ha dan 460,75 ton/ha dengan rata-rata sebesar 308,08 ton/ha, sementara kawasan yang terbakar dua kali yakni pada tahun 1997 dan 2002, didominasi oleh tumbuhan paku-pakuan dengan biomasa berkisar antara 14,75 ton/ha dan 21,40 ton/ha dengan rata-rata 17,94 ton/ha.

Biomasa total (biomasa di atas dan di bawah permukaan tanah) masing-masing untuk HRB, HBT, HBK tahun 1997, serta HBK tahun 1997 dan 2002 secara berurutan adalah berkisar antara 523,31 ton/ha dan 1.159,38 ton/ha; 295,22 ton/ha dan 427,15 ton/ha; 235,92 ton/ha dan 501,01 ton/ha; serta 14,75 ton/ha dan 21,40 ton/ha. Nampak bahwa antara 73 % dan 82 % biomasa total di hutan rawa gambut terletak dalam bentuk biomasa di atas permukaan tanah.

Dari Tabel 2 dan Gambar 6b, tampak bahwa biomasa tumbuhan bawah di hutan relatif baik (HRB) berkisar antara 4,50 ton/ha dan 13,06 ton/ha dengan rata-rata 7,88 ton/ha, sementara biomasa serasah

bervariasi antara 8,04 ton/ha dan 9,24 ton/ha dengan rata-rata sebesar 8,62 ton/ha. Biomasa serasah kayu mati berkisar antara 5,97 ton/ha dan 49,15 ton/ha dengan rata-rata 21,88 ton/ha. Untuk biomasa di bawah permukaan tanah, biomasa total perakaran berkisar antara 93,26 ton/ha dan 231,91 ton/ha dengan rata-rata 169,44 ton/ha. Dari biomasa total perakaran sekitar 5-10 % merupakan biomasa perakaran halus yang berkisar antara 6,43 ton/ha dan 17,02 ton/ha dengan rata-rata 11,06 ton/ha. Pada hutan bekas tebangan (HBT), rata-rata biomasa tumbuhan bawah, serasah, dan serasah kayu mati masing-masing adalah 8,89 ton/ha (antara 8,51 ton/ha dan 10,81 ton/ha); 21,44 ton/ha (antara 12,12 ton/ha dan 26,23 ton/ha); dan 14,89 ton/ha (antara 11,90 ton/ha dan 18,31 ton/ha). Di kawasan bekas terbakar (HBK) pada tahun 1997, jumlah biomasa tumbuhan bawah, serasah, dan serasah kayu mati masing-masing adalah 6,06 ton/ha (antara 2,51 ton/ha dan 10,66 ton/ha); 24,22 ton/ha (antara 18,63 ton/ha dan 27,96 ton/ha); dan 31,96 ton/ha (antara 17,03 ton/ha dan 40,70 ton/ha).

Hasil uji-F (Tabel 3) memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata dalam hal biomasa vegetasi antara

berbagai tipe penutupan lahan yang diuji. Uji HSD 5 % menunjukkan bahwa kandungan biomasa bagian atas pada HRB tidak berbeda nyata dengan HBT dan HBK pada tahun 1997. Terdapat perbedaan yang nyata antara biomasa pohon pada kawasan yang terbakar pada tahun 1997 dan 2002. Sementara itu, tidak terdapat perbedaan nyata antara biomasa vegetasi pada HBT dengan HBK pada tahun 1997. Selain itu, tidak ada perbedaan yang nyata antara biomasa di HBK pada tahun 1997 dengan yang terbakar dua kali pada tahun 1997 dan 2002.

Didasarkan pada data hasil perhitungan analisis, diperoleh persamaan alometrik untuk kawasan penelitian sebagai berikut : $BKT = 0,1066 * (DBH^2)^{1,243}$, di mana BKT adalah berat kering total setiap vegetasi (kg) dan DBH adalah diameter vegetasi pada posisi setinggi dada (m). Analisis korelasi dan uji-t berpasangan antara pendugaan biomasa dengan menggunakan persamaan alometrik dan hasil pengukuran biomasa bagian atas pada lokasi penelitian memperlihatkan korelasi yang tinggi dengan nilai koefisien korelasi lebih dari 0,9. Namun, tidak ada perbedaan yang nyata antara data biomasa dugaan dan biomasa terukur.

Rata-rata biomasa bagian atas di kawasan hutan rawa gambut di daerah pe-

nelitian memperlihatkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan hasil-hasil penelitian lainnya seperti diperlihatkan pada Tabel 4. Pengukuran biomasa bagian atas di kawasan hutan rawa gambut seperti yang dilaksanakan oleh Waldes dan Page (2002), juga memperoleh hasil yang sedikit lebih rendah dibanding hasil penelitian ini. Perbedaan ini dimungkinkan oleh perbedaan selang diameter yang diukur yakni ≥ 2 cm untuk penelitian ini dan ≥ 5 cm untuk Waldes & Page (2002).

Persamaan alometrik yang digunakan untuk menduga biomasa bagian atas yang dikembangkan oleh Yamakura *et al.* (1986) untuk hutan *Dipterocarpaceae* campuran di Kalimantan Timur dan Brown (1997) secara umum dapat digunakan untuk menduga biomasa atas di kawasan hutan rawa gambut, seperti diperlihatkan oleh uji-t yang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara besarnya biomasa yang diduga dengan kedua persamaan tersebut dengan data biomasa hasil pengukuran. Oleh karena itu untuk pendugaan biomasa bagian atas di kawasan hutan rawa gambut, persamaan alometrik yang dikembangkan Yamakura *et al.* (1986) dan Brown (1997) dapat dipergunakan.

Dalam plot-1 di hutan relatif baik (HRB), *Kompassia malaccensis*

Tabel (Table) 3. Analisis ragam untuk biomasa bagian atas (*Analysis of variance of aboveground biomass*)

Sumber keragaman (<i>Source of variation</i>)	JK	Db	KT	F _{hit}	F _{tab.}	
					5 %	1 %
Penutupan lahan (<i>Ground cover</i>)	544368,550	3	181456,183	7,611**	4,07	7,59
Galat (<i>Error</i>)	190723,657	8	23840,457			
Total	735092,207	11				
HSD Duncan test						
Penutupan lahan (<i>Ground cover</i>)	Nilai tengah		Selisih		0,05	0,01
HRB	619,67				a*)	a*)
HBT	336,59	283,08			ab	ab
HBK 97	308,08	311,58	28,50		ab	ab
HBK 97/02	17,94	601,73	318,65	290,14	b	b
P0,05(P,8)		4,54				
P0,01(P,8)		6,21				
HSD 5 %		404,72				
HSD 1 %		553,59				

Keterangan (*Remarks*) :

*) Huruf yang berbeda memperlihatkan perbedaan yang nyata (*The different letter indicates a significant difference*)

**) Berbeda sangat nyata (*Highly significant*)

Tabel (Table) 4. Gambaran biomasa dari berbagai hasil studi di kawasan hutan tropika (*The description of biomass based on some of study results in tropical forest*)

Studi (Study)	Lokasi (Location)	Tipe hutan (Forest type)	Selang diameter (Interval diameter)	Biomasa (ton/ha)/ Biomass(tonnes/ha)
Penelitian ini (2005)	Blok E eks PLG, Kalimantan Tengah	Hutan rawa gambut (alamiah)	≥ 2,0 cm	Plot 1: 904 Plot 2: 359 Plot 3: 486 Rataan: 583
	Blok E eks PLG, Kalimantan Tengah	Hutan rawa gambut (bekas terbakar)	≥ 2,0 cm	Plot 1: 176 Plot 2: 407 Plot 3: 155 Rataan: 246
Indonesia				
Waldes dan Page (2002)	DAS Sebangau Kalimantan Tengah	Hutan rawa gambut	≥ 5,0 cm	MSF*): 312 LPF : 249 TIF : 643
Miyamoto <i>et al.</i> (2000)	Lahei, Kalimantan Tengah	Hutan kerangas	≥ 2,0 cm	200-250
Kato <i>et al.</i> (1978)	Hutan Pasoh, Malaysia	Dipterocarp	≥ 4,5 cm	Plot 1: 465
Yamakura <i>et al.</i> (1986)	Sebulu, Kalimantan Timur	Dipterocarp	≥ 4,5 cm	Plot 2: 655 500
Kaneko (1992)	Narathiwat, S. Thailand	Hutan gambut	≥ 3,8 cm	287-491
Kawasan lain				
Nascimento dan Laurance (2002)	Amazon Tengah	Hutan hujan tropika	Total bagian atas	397,7 ± 30,0
Cumming <i>et al.</i> , 2002	Brazilian Amazon	Hutan hujan tropika	Total bagian atas	288-346

Keterangan (Remarks): *) MSF = Mixed swamps forest (Hutan rawa campuran), LPF = Low pole forest (Hutan tiang dataran rendah), and TIF = Tall interior forest (Hutan interior tinggi)

menyumbangkan sekitar 34,42 % dari biomasa total, diikuti oleh *Palaquium leiocarpum* (18,12 %). Tetapi pada plot-2, kontribusi terbesar berasal dari dua vegetasi yaitu *P. leiocarpum* (38,20 %) dan *Shorea teysmanniana* sebanyak 21,07 %; sementara di plot-3, *Aglaiia rubiginosa* (27,90 %) dan *S. teysmanniana* (19,02 %) merupakan penyumbang dominan. Berdasarkan spesies, terdapat enam vegetasi *P. leiocarpum* yang menyumbangkan 38,32 % dari biomasa terbesar di plot-1, 6 vegetasi *P. leiocarpum* menyumbangkan 71,19 % dari biomasa total di plot-2, dan 7 vegetasi *P. leiocarpum* menyusun sekitar 39,54 % total biomasa di plot-3. Oleh karena itu, untuk HRB, *P. leiocarpum* merupakan jenis vegetasi yang penting dalam hal spesies dominan dan penyumbang biomasa terbesar.

Pada kawasan bekas tebangan (HBT) rata-rata besarnya biomasa adalah 441

ton/ha, lebih rendah dibandingkan dengan biomasa HRB yaitu sebesar 583 ton/ha yang didapatkan sedikit lebih rendah daripada nilai dugaan dengan persamaan alometrik. Pada HBT ini diameter vegetasi relatif lebih rendah, namun jumlah vegetasi per hektar relatif lebih banyak. Rata-rata jumlah vegetasi berdiameter > 2 cm di HBT adalah 8.567 vegetasi per ha, sementara HRB sebanyak 5.667 vegetasi per ha. Pada HRB maupun HBT di lokasi penelitian, biomasa atas lebih tinggi dari apa yang dilaporkan oleh Waldes dan Page (2002), yang melakukan pengukuran pada vegetasi dengan diameter > 5 cm.

Kebakaran hutan dan lahan merupakan penyebab utama kehilangan biomasa dan karbon. Terdapat penurunan yang nyata jumlah biomasa bagian atas pada kawasan yang terbakar (HBK) pada tahun 1997 (tegakan yang berumur 6 tahun)

dibandingkan dengan kondisi HRB. Terdapat penurunan jumlah serasah sekitar 90-99 % atau setara dengan 318,9-352,0 ton/ha. Penurunan biomasa pada HBT relatif lebih kecil yaitu rata-rata sebesar 29 % atau 103,8 ton/ha bila dibandingkan dengan HRB. Untuk tipe hutan yang lain, sebagai bandingan, pembalakan di Jambi mengakibatkan penurunan biomasa sekitar 46 % atau 158,8 ton/ha (Tresnawan dan Rosalina, 2002).

Meskipun jumlah biomasa dan karbon di kawasan gambut yang terdegradasi secara umum lebih rendah dibandingkan kondisi gambut HRB, tetapi masih masuk dalam selang simpanan biomasa bagian atas pada kawasan hutan tropika. Hughes *et al.* (1999) mendapatkan bahwa total biomasa dari hutan sekunder bervariasi dari 5-100 ton/ha, dan pemulihan vegetasi berlangsung cepat dalam hal produksi biomasa dan penyerapan/sekuestrasi karbon. Lugo dan Brown (1992) memperkirakan bahwa hutan sekunder menyerap antara 0,6 dan 1,4 Picogram (Pg) C per tahun.

Pada kawasan HRB khususnya di lokasi penelitian sebagian besar biomasa bagian atas tersimpan dalam batang (77,84 %) diikuti cabang (9,42 %), daun (7,11 %), dan ranting (5,62 %). Untuk batang, sekitar 13,93 % dari biomasa berasal dari kulit batang. Dari keseluruhan biomasa, 73-82 % tersimpan sebagai biomasa bagian atas permukaan tanah sedangkan sisanya tersimpan dalam biomasa perakaran (biomasa bawah permukaan, *below ground biomass*). Data yang ada menunjukkan bahwa dari total biomasa sebesar 72,32 %; 1,26 %; 1,24 %; 3,72 %; dan 21,46 % tersimpan masing-masing sebagai biomasa vegetasi, tumbuhan bawah, serasah, serasah kayu mati, dan biomasa perakaran. Hal ini memperlihatkan bahwa vegetasi (batang) dan akar merupakan dua komponen penting dalam pengalokasian biomasa. Biomasa perakaran dalam penelitian ini berkisar antara 93 ton/ha sampai 232 ton/ha, lebih tinggi dari hutan dataran tinggi seperti

dilaporkan oleh Cairns *et al.* (1997) yaitu 12-34 ton/ha dan Kurz *et al.* (1996) sekitar 42-46 ton/ha. Biomasa perakaran memainkan peranan penting dalam kaitan dengan respirasi total dari tanah, dan menurut perhitungan antara sepertiga hingga dua pertiga bagian dari karbon yang dilepaskan setiap tahun berasal dari aktivitas respirasi (Raich dan Nadelhoffer, 1989).

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Degradasi hutan menyebabkan penurunan kandungan biomasa dibandingkan dengan kondisi hutan rawa gambut yang relatif masih baik dan kebakaran merupakan penyebab paling besar hilangnya biomasa.
2. Kandungan biomasa pada hutan rawa gambut yang relatif masih baik, hutan bekas tebangan, dan hutan bekas terbakar masing-masing sebesar 790,67 ton/ha, 381,45 ton/ha, dan 339,80 ton/ha.
3. Model pendugaan biomasa dalam penelitian ini adalah :

$$BKT = 0,1066 * (DBH^2)^{1,243}$$
 di mana BKT = berat kering total dan DBH = diameter setinggi dada; dan hasil perhitungan biomasa dengan menggunakan model ini tidak berbeda nyata dengan hasil pengukuran maupun pendugaan dengan persamaan alometrik yang telah dikembangkan sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: A Primer. FAO Forestry Paper 134, Rome, Italy.
- Cairns, M.A., S. Brown, E.H. Helmer, and G.A. Baumgardner. 1997. Root Biomass Allocation in the World's Upland Forests. *Oecologia* 111:1-11.

- Cumming, D.L., J.B. Kauffman, D.A. Perry., and R.F. Hughes. 2002. Aboveground Biomass and Structure of Rainforests in the Southwestern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 163: 293-307.
- Hughes, R.F., J.B. Kauffman, and V.J. Jaramillo. 1999. Biomass, Carbon, and Nutrient Dynamics of Secondary Forests in a Humid Tropical Region of Mexico. *Ecology* 80: 1892-907.
- Kaneko, N. 1992. Comparison of Forest Structure of Tropical Peat Swamp Forests in Southern Thailand and Malaysia. *In: Coastal Lowland Ecosystems in Southern Thailand and Malaysia* (ed. K. Kyuma, P. Vijarnsorn & A. Zakaria).
- Kato, R., Y. Tadaki, and H. Ogawa. 1978. Plant Biomass and Growth Increment Studies in Pasoh Forest. *Malay. Nat. Journal* 30 (3): 211-224.
- Kurz, W.A., S.J. Beukema, and M.J. Apps. 1996. Estimation of Root Biomass and Dynamics for the Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector. *Canadian Journal Forest Research* 26: 1973-1979.
- Lugo, A.E. and S. Brown. 1992. Tropical Forests as Sinks of Atmospheric Carbon. *Forest Ecology and Management* 54: 239-255.
- Maltby, E. and C.P. Immirzi. 1993. Carbon Dynamics in Peatlands and Other Wetland Soils: Regional and Global Perspectives. *Chemosphere* 27: 999-023.
- Miyamoto, K., T. Kohyama, E. Suzuki, and H. Simbolon. 2000. Primary Production of a Heath (Kerangas) Forest in Lahei, Central Kalimantan. *Proceeding of the International Symposium on Tropical Peatlands*. pp. 283-287.
- Murdiyarso, D., K. Hairiah, dan M. van Noodwijk. 1994. Modelling and Measuring Soil Organic Matter and Greenhouse Gas Emission After Forest Conversion. Penerbit ASB. Bogor.
- Nascimento, H.E.M. and W.F. Laurance. 2002. Total Aboveground Biomass in Central Amazonian Rainforests: a Landscape-scale Study. *Forest Ecology and Management* 168: 11-321.
- Raich, J. W. and K.J. Nadelhoffer. 1989. Belowground Carbon Allocation in Forest Ecosystems: Global Trends. *Ecology* 70: 1346-1354.
- Siregar, U.J., M.Y. Massijaya, Adi Jaya, dan C.A. Siregar. 2004. Baseline Study on Peat Swampy Forest Area in Central Kalimantan. FORDA JICA.
- Tresnawan, H. and U. Rosalina. 2002. Estimating Aboveground Biomass in the Primary and Logged-over Forest Ecosystem (Case Study Dusun Aro Forest, Jambi) (In Indonesian). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 1: 5-29.
- Waldes, N. and S.E. Page. 2002. Forest Structure and Tree Diversity of a Peat Swamp Forest in Central Kalimantan, Indonesia. *Proceedings of the International Symposium on Tropical Peatland: Peatlands for People - Natural Resource Functions and Sustainable Management*. (eds. J.O. Rieley and S. E. Page). BBPT and Indonesian Peat Association. pp 16-22.
- Yamakura, A., A. Hagihara, S. Sukardjo, and H. Ogawa. 1986. Above Ground Biomass of Tropical Rain Forest Stands in Indonesian Borneo. *Vegetatio* 68: 71-82.