

STOK KARBON TEGAKAN HUTAN ALAM DIPTEROKARPA DI PT. SARPATIM, KALIMANTAN TENGAH (Carbon Stock of Dipterocarp Natural Forest Stands at PT. Sarpatim, Central Kalimantan)*)

Oleh/ By :

Chairil Anwar Siregar¹ dan/and I Wayan Susi Dharmawan¹

¹Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165; Telp. 0251-8633234, 7520067; Fax. 0251-8638111 Bogor

e-mail: siregarca@yahoo.co.id; e-mail: salifa03@yahoo.co.id

*)Diterima: 23 Desember 2010; Disetujui: 6 September 2011

ABSTRACT

There are two reasons, why natural forest is important in the scheme of carbon trading: a) Role of natural forest in CO₂ sequestration and release of O₂ to the atmosphere through photosynthesis; b) Funding compensation from carbon trading will be attractive alternative to change management regime from timber to environmental service management regime. This research was done to study the natural forest capacity for carbon fixation at above ground biomass, below ground biomass and total biomass. The research was located in natural forest management of PT. Sarpatim, Sampit District, Central Kalimantan Province. Destructive sampling method was used to biomass measurement through stem felling with diameter at breast height (DBH) > 5 cm. From the destructive sampling activity in the field the following allometric models were obtained: above ground biomass $Y = 0,0112(DBH)^{2,6878}$ ($R^2 = 0,91$), below ground biomass $Y = 0,011(DBH)^{2,3251}$ ($R^2 = 0,88$), and total biomass $Y = Y = 0,0194(DBH)^{2,603}$ ($R^2 = 0,91$). Dipterocarp stand at natural forest of PT. Sarpatim had potency of total biomass content and total carbon content of 506,65 ton/ha and 253,33 tonC/ha, respectively. The uptake of total CO₂ and uptake of average CO₂ at dipterocarp natural forest were 928,86 tonCO₂/ha and 20,64 ton CO₂/tree.

Keywords : Carbon stock, dipterocarpaceae natural forest, biomass

ABSTRAK

Terdapat dua alasan mengapa hutan alam penting dalam skema perdagangan karbon : a). Peranan hutan alam di dalam penyerapan CO₂ dan pelepasan O₂ ke atmosfer melalui proses fotosintesis; b). Adanya kompensasi pendanaan dari perdagangan karbon akan menjadi alternatif yang menarik untuk merubah basis pengelolaan hutan alam dari kayu ke jasa lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang besarnya kapasitas tegakan hutan alam sebagai pengikat karbon pada biomasa bagian atas (*above ground biomass*), biomasa bagian bawah (*below ground biomass*) dan biomasa total. Lokasi penelitian di tegakan hutan alam IUPHHK-HA PT. Sarpatim, Kabupaten Sampit, Provinsi Kalimantan Tengah. Prosedur yang dilakukan dalam pengukuran biomasa ini menggunakan metode *destructive sampling* pada tegakan yang ditebang. *Destructive sampling* dilakukan mulai dari tegakan berdiameter > 5 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persamaan alometrik untuk biomasa di atas tanah, biomasa di bawah tanah dan biomasa total masing-masing adalah : $Y = 0,0112(DBH)^{2,6878}$ ($R^2 = 0,91$); $Y = 0,011(DBH)^{2,3251}$ ($R^2 = 0,88$) dan $Y = 0,0194(DBH)^{2,603}$ ($R^2 = 0,91$). Tegakan hutan alam dipterokarpa di PT. Sarpatim memiliki potensi kandungan biomasa total dan kandungan karbon total masing-masing sebesar 506,65 ton/ha dan 253,33 tonC/ha. Serapan karbondioksida (CO₂) total dan serapan CO₂ rata-rata tegakan hutan alam dipterokarpa di PT. Sarpatim masing-masing sebesar 928,86 tonCO₂/ha dan 20,64 ton CO₂/pohon.

Kata kunci : Stok karbon, hutan alam dipterokarpa, biomasa

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan tropis terbesar ketiga di dunia, setelah Brazil dan Zaire. Hampir lebih tiga dasa warsa, pengelolaan hutan tropis yang ada tersebut dikelola secara monoton yakni pengelolaan hutan berbasis kayu (*wood base forest management*) melalui kebijakan konsesi hutan kepada para pengusaha. Akibatnya dalam kurun tiga dasa warsa luas hutan tropis di negeri ini mengalami penurunan tajam dengan laju deforestasi rata-rata 800.000-1 juta hektar per tahun (KLH, 2007). Ketidakstabilan politik dan keamanan selama masa peralihan orde baru ke era reformasi, semakin meningkatkan laju deforestasi rata-rata menjadi 2-2,3 juta hektar per tahun (KLH, 2007). Apabila laju deforestasi ini tidak bisa segera dibendung, maka dapat diramalkan hutan tropis Indonesia akan musnah dalam kurun beberapa tahun ke depan (Departemen Kehutanan, 2008).

Perubahan iklim global sebagai akibat adanya pemanasan global telah menyebabkan terjadinya berbagai bencana alam di berbagai belahan dunia. Tingkat kegawatan perubahan iklim global yang disebabkan oleh emisi karbon ke atmosfer tercermin dalam dokumen *Kyoto Protokol* dan *United Nation Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) yang menekankan pentingnya usaha ke arah pengurangan emisi karbon serta penyerapan karbon atmosfer (IPCC, 2007; Second National Communication, 2009). Salah satu alternatif dalam mengendalikan konsentrasi karbon, yaitu melalui pengembangan *sink program*, dimana karbon organik sebagai hasil fotosintesa disimpan dalam biomasa tegakan hutan atau pohon berkayu. Indonesia sangat berpotensi menjadi negara penyerap emisi karbon karena mempunyai hutan tropis yang luas.

Terdapat dua alasan penting mengapa hutan alam perlu dimasukkan ke dalam skema perdagangan karbon : a) Peranan hutan alam di dalam penyerapan CO₂ dan pelepasan O₂ ke lingkungan melalui proses fotosintesis sudah jelas keberhasilan-

nya; b) Adanya kompensasi pendanaan dari perdagangan karbon akan menjadi alternatif yang menarik untuk merubah basis pengelolaan hutan alam dari kayu ke jasa lingkungan, sehingga aktifitas pembalakan yang menyebabkan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer khususnya karbondioksida dapat dikurangi. Sehubungan hal tersebut, maka sudah saatnya penelitian yang terkait dengan pendugaan dan pengukuran potensi serapan karbon di hutan alam harus segera dimulai. Hal ini penting agar kita selaku negara yang memiliki hutan alam tropis terluas ke tiga di dunia siap di dalam menyongsong era perdagangan karbon di masa mendatang.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan informasi tentang besarnya kapasitas tegakan hutan alam sebagai pengikat karbon pada biomasa bagian atas (*above ground biomass*), biomasa bagian bawah (*below ground biomass*) dan biomasa total.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

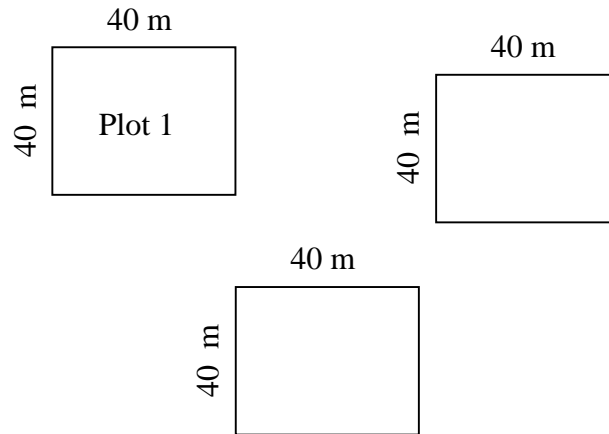
Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan April-Oktober 2009 di tegakan hutan alam yang ada di wilayah pengelolaan hutan IUPHHK-HA (Ijin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu - Hutan Alam) PT. Sarpatim, Kabupaten Sampit, Provinsi Kalimantan Tengah.

B. Prosedur Penelitian

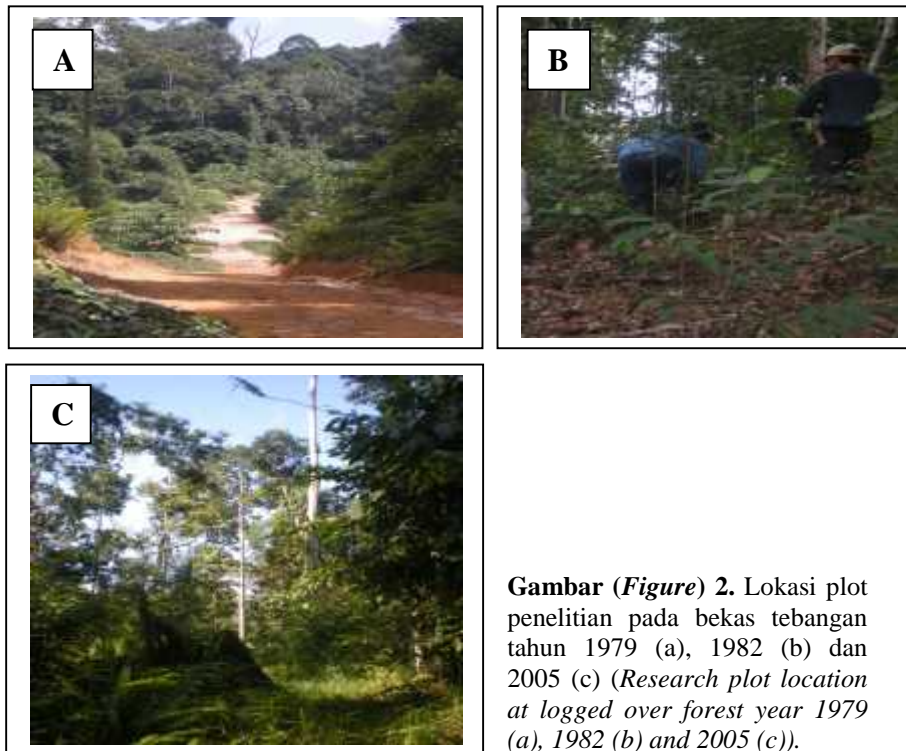
Formulasi persamaan alometrik tegakan hutan alam dipterokarpa untuk penilaian sekuestrasi karbon dilaksanakan melalui kegiatan pengukuran kandungan biomasa dan karbon dengan tahapan kerja sebagai berikut :

1. Disain Plot Penelitian

Kegiatan pengukuran kandungan biomasa dan karbon di tegakan hutan alam dipterokarpa dilakukan pada tiga plot penelitian dengan ukuran masing-masing seluas 40 x 40 m persegi (Gambar 1). Plot diletakkan pada lokasi bekas tebangan tahun 1979, 1982 dan 2005 (Gambar 2).



Gambar (Figure) 1. Disain plot penelitian (Design of research plot)



Gambar (Figure) 2. Lokasi plot penelitian pada bekas tebangan tahun 1979 (a), 1982 (b) dan 2005 (c) (Research plot location at logged over forest year 1979 (a), 1982 (b) and 2005 (c)).

2. Pengukuran Biomasa Tegakan dengan Destructive Sampling dan Penyusunan Persamaan Alometrik

Destructive sampling merupakan metode pengukuran biomasa tegakan dengan cara menebang dan membongkar seluruh bagian pohon. Pengukuran biomasa dilakukan berdasarkan bagian-bagian pohon, yaitu akar, batang, cabang, ranting dan daun, dengan tahapan kegiatan sebagai berikut :

- Jumlah pohon yang ditebang sebanyak 45 pohon harus mewakili kelas diameter rendah, sedang dan besar.
- Sebelum ditebang, diukur diameter batang dan tinggi pohonnya.
- Setiap bagian pohon yang telah ditebang yakni akar, batang, cabang, ranting dan daun dipisahkan dan ditimbang untuk mengetahui berat biomasa segarnya (kg).

- d. Ambil sampel sebesar 200 gram pada setiap bagian pohon (akar, batang, cabang, ranting dan daun) untuk diukur berat keringnya di laboratorium.
- e. Masing-masing contoh dikeringkan di dalam oven pada suhu 85OC selama

48 jam kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat kering contoh. Nilai biomasa diperoleh dari penghitungan nilai berat kering total untuk bagian-bagian tegakan dengan menggunakan persamaan :

$$TDW = \frac{SDW}{SFW} \times TFW \quad (\text{JIFPRO, 2000}) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: TDW : Berat kering total (kg)
 TFW : Berat basah total (kg)
 SDW : Berat kering contoh (g)
 SFW : Berat basah contoh (g)

- f. Hitung persamaan alometrik (koefisien a ~ b) dengan formulasi sebagai berikut:

$$W \text{ total (berat biomasa total, Kg)} = a (\text{DBH})^b \dots\dots\dots (2)$$

Dimana: DBH = Diameter batang

- g. Untuk menghitung kadar karbon, maka dilakukan konversi dari biomasa ke dalam bentuk karbon. Biomasa tersebut dikali dengan faktor konversi sebesar 0,5.

$$C = B \times 0,5 \text{ (IPCC, 2006)} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana: C = Jumlah stok karbon (ton/ha);
 B = Biomasa total tegakan (ton/ha).

- h. Untuk mengetahui kandungan karbon-dioksida, maka hasil perhitungan karbon (C) di atas, dikonversikan ke dalam bentuk CO₂ dengan menggunakan persamaan :

$$CO_2 = (\text{Mr.CO}_2/\text{Ar.C}) \times \text{Kandungan C} \dots\dots (4)$$

Dimana: Mr.CO₂ = Berat molekul relatif senyawa CO₂ (44); Ar.C = Berat molekul relatif atom C (12)

3. Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian ditabulasi dan persamaan alometrik serta nilai keterhandalan model (R²) dianalisis dengan menggunakan *software Microsoft Excel* (2003) dan *software JMP SAS* (2005).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kandungan Biomasa Karbón Sampel Tegakan Dipterokarpa

Berdasarkan pengukuran DBH dan berat kering tiap sampel diperoleh kandungan biomasa hasil pengukuran secara langsung untuk setiap sampel pohon tegakan hutan alam dipterokarpa. Diperoleh sampel pohon sebanyak 45 pohon dengan sebaran diameter 7-70 cm. Kandungan biomasa total, kandungan karbon dan serapan karbondioksida pada tegakan hutan alam dipterokarpa disajikan pada Lampiran 1.

B. Persaman Alometrik Biomasa

Setelah dilakukan analisis regresi terhadap semua data biomasa, diperoleh persamaan alometrik sebagai berikut: untuk biomasa di atas tanah adalah:

$$Y = 0,0112(\text{DBH})^{2,6878}$$

dengan nilai R² = 0,91. Untuk biomasa di bawah tanah (akar) diperoleh persamaan alometrik:

$$Y = 0,011(\text{DBH})^{2,3251}$$

dengan nilai R² = 0,88. Untuk biomasa total yang meliputi biomasa seluruh komponen tegakan diperoleh persamaan alometrik:

$$Y = 0,0194(\text{DBH})^{2,603}$$

dengan nilai R² = 0,91.

Nilai koefisien determinasi (R^2) merupakan nilai yang menunjukkan tingkat keterhandalan model persamaan yang diperoleh. Semakin besar nilai R^2 , maka model persamaan alometrik yang dibentuk semakin bagus. Untuk mengetahui apakah persamaan alometrik berdasarkan DBH ini merupakan pendekatan yang paling baik dalam menduga biomasa, maka dilakukan pula pembuatan persamaan dengan menggunakan DBH yang dikuadratkan (DBH^2) dan DBH^2 yang dikalikan dengan tinggi dari sampel pohon ($DBH^2 \times H$). Hasil perbandingan ini disajikan pada Tabel 1, 2 dan Tabel 3.

Tabel (Table) 1. Perbandingan nilai R^2 pada persamaan alometrik yang menggunakan peubah DBH, DBH^2 dan $DBH^2 \times H$ untuk biomasa di atas tanah (*Comparison of R^2 value in allometric equation using parameters DBH, DBH^2 and $DBH^2 \times H$ for above ground biomass*)

No.	Peubah (Parameter) (x)	Koefisien persamaan (Coefficient of equation) ($Y=ax^b$)	(R^2)
1	DBH	a: 0,0112 b: 2,6878	0,91
2	DBH^2	a: 0,0112 b: 1,3439	0,91
3	$DBH^2 \times H$	a: 0,0046 b: 0,9918	0,88

Tabel (Table) 2. Perbandingan nilai R^2 pada persamaan alometrik yang menggunakan peubah DBH, DBH^2 , dan $DBH^2 \times H$ untuk biomasa di bawah tanah (*Comparison of R^2 value in allometric equation using parameters DBH, DBH^2 , and $DBH^2 \times H$ for below ground biomass*)

No.	Peubah (Parameter) (x)	Koefisien persamaan (Coefficient of equation) ($Y=ax^b$)	(R^2)
1	DBH	a: 0,011 b: 2,3251	0,88
2	DBH^2	a: 0,011 b: 1,1626	0,88
3	$DBH^2 \times H$	a: 0,0051 b: 0,8567	0,85

Tabel (Table) 3. Perbandingan nilai R^2 pada persamaan alometrik yang menggunakan peubah DBH, DBH^2 , dan $DBH^2 \times H$ untuk biomasa total (*Comparison of R^2 value in allometric equation using parameters DBH, DBH^2 , and $DBH^2 \times H$ for total biomass*)

No.	Peubah (Parameter) (x)	Koefisien persamaan (Coefficient of equation) ($Y=ax^b$)	(R^2)
1	DBH	a: 0,0194 b: 2,603	0,91
2	DBH^2	a: 0,0194 b: 1,3015	0,91
3	$DBH^2 \times H$	a: 0,0082 b: 0,9602	0,88

Berdasarkan nilai R^2 pada setiap persamaan (Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4), baik untuk biomasa di atas tanah, di bawah permukaan tanah ataupun biomasa total diperoleh, hasil persamaan alometrik yang paling baik adalah menggunakan peubah DBH dan DBH^2 . Hal ini ditunjukkan dengan nilai R^2 yang paling tinggi, yaitu 0,91 (untuk biomasa di atas tanah); 0,88 (untuk biomasa di bawah permukaan tanah) dan 0,91 (untuk biomasa total). Untuk efektivitas pendugaan biomasa di atas tanah dan pendugaan biomasa total, maka pengukuran dapat dilakukan hanya dengan menggunakan DBH, karena nilai R^2 antara peubah DBH dan DBH^2 sama yaitu sebesar 0,91.

Menurut Chave *et al.* (2005), biomasa suatu pohon di hutan hujan tropis, dapat diduga dengan persamaan alometrik:

$$Y = 0,0509 \times BJ \times DBH^2 \times H$$

dimana BJ = berat jenis (g/cm^3); DBH = diameter setinggi dada (cm); dan H = tinggi total tanaman (m). Untuk mengetahui apakah persamaan Chave di atas dapat pula digunakan untuk menduga biomasa tegakan hutan alam dipterokarpa di Indonesia, maka dilakukan perbandingan biomasa yang dihitung langsung di lapangan, biomasa yang dihitung dari persamaan alometrik dan biomasa yang dihitung berdasarkan persamaan Chave.

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berdasarkan hasil perbandingan antara persamaan Chave dengan persamaan alometrik hasil *destructive sampling* (Lampiran 2), dapat dilihat bahwa perbedaan biomasa yang diperoleh dengan menggunakan persamaan Chave jauh lebih besar daripada biomasa yang diperoleh dari persamaan hasil penelitian. Total simpangan baku untuk biomasa atas hasil persamaan penelitian (simpangan baku 1) adalah -1709,43 dan total simpangan baku untuk biomasa atas hasil persamaan Chave adalah 67231,82. Walaupun nilai total simpangan baku 1 negatif, namun nilai simpangannya jauh lebih kecil daripada nilai total simpangan baku 2. Begitu pula nilai rata-rata simpangan baku 1 jauh lebih kecil daripada nilai rata-rata simpangan baku 2. Nilai rata-rata simpangan baku untuk biomasa atas hasil persamaan penelitian adalah -37,99 sedangkan nilai rata-rata simpangan baku untuk biomasa atas hasil persamaan Chave adalah 1494,04.

Fenomena tersebut di atas disebabkan oleh keadaan biofisika yang terdapat di Indonesia, khususnya di hutan alam PT. Sarpatim berbeda dengan keadaan biofisika pohon yang menjadi dasar persamaan Chave tersebut. Setiap kawasan yang ditanami suatu tanaman atau pepohonan tentunya memiliki keadaan biofisika, yang meliputi kondisi tanah, intensitas cahaya matahari, iklim serta kondisi biologis yang berbeda memungkinkan suatu tanaman atau pohon dapat tumbuh, oleh karena itu dalam pendugaan biomasa tegakan di suatu kawasan diperlukan persamaan alometrik yang sesuai dengan jenis pohon dan kondisi kawasan tersebut.

Tegakan hutan alam dipterokarpa di PT. Sarpatim memiliki potensi kandungan biomasa total sebesar 506,65 ton/ha; kandungan biomasa di atas tanah sebesar 409,84 ton/ha dan kandungan biomasa di bawah tanah (akar) sebesar 96,81 ton/ha. Berdasarkan nilai potensi kandungan biomasa tersebut, maka potensi kandungan karbon total sebesar 253,33 tonC/ha,

kandungan karbon di atas tanah sebesar 204,92 tonC/ha dan kandungan karbon di bawah tanah (akar) sebesar 48,41 tonC/ha. Nilai serapan karbondioksida (CO₂) total tegakan hutan alam dipterokarpa di PT. Sarpatim adalah 928,86 tonCO₂/ha dengan nilai serapan CO₂ rata-rata 20,64 ton CO₂/pohon. Informasi lain di Hutan Penelitian Malinau (Samsuedin *et al.*, 2009) menunjukkan hasil yang tidak berbeda jauh dengan potensi kandungan karbon dan serapan karbondioksida di tegakan dipterokarpa PT. Sarpatim. Hutan bekas tebangan setelah 30 tahun di Hutan Penelitian Malinau yang didominasi oleh famili dipterokarpa menyimpan karbon dan menyerap karbondioksida masing-masing sebesar 249,10 tonC/ha dan 913,37 tonCO₂/ha. Sementara itu, hutan primer yang juga didominasi oleh famili dipterokarpa di Hutan Penelitian Malinau memiliki simpanan karbon dan serapan karbondioksida masing-masing sebesar 264,70 tonC/ha dan 970,57 ton CO₂/ha. Berdasarkan fakta tersebut di atas, menunjukkan bahwa total potensi simpanan karbon di lokasi penelitian pada gabungan semua umur tebangan (umur tebangan 30 tahun, 27 tahun dan 4 tahun) tidak jauh berbeda dengan hutan bekas tebangan di Hutan Penelitian Malinau yang juga berumur 30 tahun setelah tebangan. Hal ini disebabkan oleh pengelolaan hutan secara benar di kedua lokasi tersebut dengan menerapkan sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI), kesamaan jenis tanah, iklim dan topografi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Untuk biomasa di atas tanah diperoleh persamaan alometrik adalah $Y = 0,0112(DBH)^{2,6878}$ dengan nilai $R^2 = 0,91$. Untuk biomasa di bawah tanah (akar) diperoleh persamaan alometrik $Y = 0,011(DBH)^{2,3251}$ dengan nilai $R^2 = 0,88$. Untuk biomasa total yang meliputi biomasa seluruh komponen tegakan hutan alam dipterokarpa diperoleh persamaan alometrik $Y = 0,0194(DBH)^{2,603}$ dengan

nilai $R^2 = 0,91$. Tegakan hutan alam dipterokarpa di PT. Sarpatim memiliki potensi kandungan biomasa total sebesar 506,65 ton/ha dan potensi kandungan karbon total sebesar 253,33 tonC/ha. Nilai serapan karbondioksida (CO_2) total tegakan hutan alam dipterokarpa di PT. Sarpatim adalah 928,86 ton CO_2 /ha dengan nilai serapan CO_2 rata-rata 20,64 ton CO_2 /pohon.

Hasil kegiatan penelitian ini, dapat direkomendasikan bahwa persamaan alometrik yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung keseluruhan potensi biomasa dan karbon tegakan hutan alam dipterokarpa yang terdapat di PT. Sarpatim, Kabupaten Sampit ataupun kawasan hutan alam dipterokarpa lainnya yang memiliki karakteristik lokasi yang sama (tipe tanah dan iklim) dengan lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. A. Cairns, J. Q. Chambers, D. Eamus, H. Folster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J. P. Lescure, B. W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riera, and T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* No. 145.
- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. IPCC national greenhouse gas inventories programme. IGES, Japan.
- IPCC. 2007. Fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. New York : WMO, UNEP.
- JIFPRO. 2000. Manual of biomass measurements in plantation and in regenerated vegetation. Japan.
- KLH. 2007. Rencana aksi nasional dalam menghadapi perubahan iklim. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Microsoft Office Excel. 2003. Microsoft Inc. United States of America.
- Departemen Kehutanan. 2008. Rencana kehutanan tingkat nasional (RKTN) Tahun 2010-2029. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- JMP SAS. 2005. SAS User's Guide : Statistics version 4th ed. SAS Inst. Cary, NC.
- Samsudin, I., I. W. S. Dharmawan dan C. A. Siregar. 2009. Potensi biomasa karbon hutan alam dan hutan bekas tebangan setelah 30 tahun di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. VI No. 1.
- Second National Communication. 2009. The Indonesia second national communication to the UNFCCC. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.

Lampiran (Appendix) 1. Kandungan biomasa karbon pada tegakan hutan alam dipterocarpa (*Content of carbon biomass at Dipterocarp nature forest stand*)

Nama jenis (<i>Species name</i>)	DBH (cm)	Biomasa total (<i>Total biomass</i>) (kg)	Kandungan karbon (<i>Carbon content</i>) (kg)	Serapan CO ₂ (kg) (<i>CO₂ Sequestration</i>)
<i>Shorea foxworthyi</i> Sym.	7	1,96	0,98	3,59
<i>Shorea laevis</i> Ridley	8	6,47	3,23	11,86
<i>Shorea ferruginea</i> Dyer ex Brandis	9	4,87	2,44	8,93
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	10	8,98	4,49	16,46
<i>Shorea laevis</i> Ridley	11	14,53	7,27	26,64
<i>Shorea obovoidea</i> Sloot.	13,5	25,52	12,76	46,79
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	14	28,74	14,37	52,69
<i>Shorea coriacea</i> Burck	15	10,37	5,19	19,02
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	16	47,12	23,56	86,39
<i>Shorea laevis</i> Ridley	17	19,56	9,78	35,86
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	18	36,78	18,39	67,43
<i>Shorea ovalis</i> (Korth.) Blume	19,5	70,31	35,15	128,90
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	21	19,86	9,93	36,42
<i>Shorea pinanga</i> R. Scheffer	22,3	37,66	18,83	69,04
<i>Dipterocarpus gracilis</i> Blume	24,2	130,19	65,10	238,68
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	26,5	58,18	29,09	106,66
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	28,5	64,65	32,32	118,52
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	30	93,95	46,97	172,24
<i>Shorea leprosula</i> Miq.	31	178,25	89,13	326,79
<i>Shorea laevis</i> Ridley	32	105,08	52,54	192,65
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	33,2	135,24	67,62	247,95
<i>Shorea foxworthyi</i> Sym.	34,2	508,22	254,11	931,73
<i>Shorea parvifolia</i> Dye	35,8	185,34	92,67	339,78
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	37	187,05	93,52	342,92
<i>Shorea laevis</i> Ridley	38	727,97	363,99	1334,61
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	39	354,00	177,00	648,99
<i>Shorea ferruginea</i> Dyer ex Brandis	40	519,15	259,57	951,77
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	42	272,78	136,39	500,09
<i>Shorea agami</i> P. Ashton	43,2	739,84	369,92	1356,37
<i>Dipterocarpus grandiflorum</i> (Blanco) Blanco	45	294,57	147,28	540,04
<i>Shorea acuminatissima</i> Sym.	46	416,59	208,30	763,76
<i>Pentace</i> Hassk.	48	1068,17	534,09	1958,32
<i>Shorea agami</i> P. Ashton	50	928,91	464,46	1703,01
<i>Dipterocarpus caudiferus</i> Merr.	51	298,93	149,47	548,04
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	53	216,71	108,36	397,31
<i>Shorea foxworthyi</i> Sym.	54	611,51	305,76	1121,11
<i>Shorea foxworthyi</i> Sym.	55	399,94	199,97	733,22
<i>Shorea laevis</i> Ridley	56	295,18	147,59	541,16
<i>Santiria rubiginosa</i> Blume	57	415,81	207,91	762,32
<i>Shorea pinanga</i> R. Scheffer	59	966,50	483,25	1771,91
<i>Shorea laevis</i> Ridley	60	1289,44	644,72	2363,98
<i>Dipterocarpus grandiflorum</i> (Blanco) Blanco	63	748,48	374,24	1372,21

Lampiran (Appendix) 1. Lanjutan (Continued)

Nama jenis (<i>Species name</i>)	DBH (cm)	Biomasa total (<i>Total biomass</i>) (kg)	Kandungan karbon (<i>Carbon content</i>) (kg)	Serapan CO ₂ (kg) (<i>CO₂ Sequestration</i>)
<i>Shorea laevis</i> Ridley	66	1285,50	642,75	2356,74
<i>Shorea agami</i> P. Ashton	68	1904,48	952,24	3491,54
<i>Shorea laevis</i> Ridley	70	1312,93	656,46	2407,03
Total (kg)		17046,26	8523,13	31251,48
Total (ton)		17,0	8,5	31,3
Rata-rata (<i>Average</i>) (kg/pohon)		378,8	189,4	694,5
Rata-rata (<i>Average</i>) (ton/pohon)		0,3788	0,1894	0,6945
Total (ton/ha)		506,65	253,33	928,86

Keterangan (*Remarks*) : Kerapatan tegakan rata-rata (*Average of stand density*) = 1337,5 pohon/ha (*trees/ha*); kerapatan tegakan pada bekas tebangan tahun 1979, 1982, 2005 masing-masing sebesar 303, 207 dan 131 pohon/1.600 m² (*Stand density at logged over area 1979, 1982, 2005 were 303, 207 and 131 trees/1.600 m², respectively*)

Lampiran (Appendix) 2. Perbandingan hasil pengukuran biomasa di atas tanah hasil pengukuran langsung, biomasa di atas tanah hasil persamaan alometrik dari penelitian dan biomasa di atas tanah hasil persamaan Chave (*Comparison of above ground biomass measurement in the field, above ground biomass measurement using allometric equation from this research and above ground biomass measurement using allometric equation of Chave*)

Nama jenis (<i>Species name</i>)	DBH (cm)	Biomasa atas hasil pengukuran di lapangan (<i>Above ground biomass measurement in the field</i>) (A)	Biomasa atas hasil persamaan alometrik penelitian (<i>Above ground biomass measurement using allometric equation from this research</i>) (B)	Simpangan baku 1 (<i>Standard deviation 1</i>) (B-A)	Biomasa atas hasil persamaan Chave (<i>Above ground biomass measurement using allometric equation of Chave</i>) (C)	Simpangan baku 2 (<i>Standard deviation 2</i>) (C-A)
<i>Shorea foxworthyi</i> Sym.	7	1,4	2,09	0,69	13,85	12,45
<i>Shorea laevis</i> Ridley	8	4,62	3,00	-1,62	36,55	31,93
<i>Shorea ferruginea</i> Dyer ex Brandis	9	3,48	4,11	0,63	30,61	27,13
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	10	6,04	5,46	-0,58	43,39	37,35
<i>Shorea laevis</i> Ridley	11	10,38	7,05	-3,33	48,78	38,40
<i>Shorea obovoidea</i> Sloot.	13,5	18,23	12,23	-6,00	70,41	52,18
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	14	20,53	13,48	-7,05	123,46	102,93
<i>Shorea coriacea</i> Burck	15	7,41	16,23	8,82	88,18	80,77
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	16	33,66	19,30	-14,36	70,59	36,93
<i>Shorea laevis</i> Ridley	17	13,97	22,72	8,75	148,87	134,90
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	18	26,27	26,49	0,22	253,97	227,70
<i>Shorea ovalis</i> (Korth.) Blume	19,5	50,22	32,85	-17,37	165,32	115,10
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	21	15,45	40,09	24,64	243,21	227,76
<i>Shorea pinanga</i> R. Scheffer	22,3	29,29	47,12	17,83	228,31	199,02
<i>Dipterocarpus gracilis</i> Blume	24,2	101,26	58,70	-42,56	332,82	231,56
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	26,5	45,25	74,92	29,67	460,03	414,78
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	28,5	50,28	91,11	40,83	566,20	515,92
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	30	73,07	104,57	31,50	859,17	786,10
<i>Shorea leprosula</i> Miq.	31	138,64	114,21	-24,43	680,65	542,01

Lampiran (Appendix) 2. Lanjutan (Continued)

Nama jenis (<i>Species name</i>)	DBH (cm)	Biomasa atas hasil pengukuran di lapangan (<i>Above ground biomass measurement in the field</i>) (A)	Biomasa atas hasil persamaan alometrik penelitian (<i>Above ground biomass measurement using allometric equation from this research</i>) (B)	Simpangan baku 1 (<i>Standard deviation 1</i>) (B-A)	Biomasa atas hasil persamaan Chave (<i>Above ground biomass measurement using allometric equation of Chave</i>) (C)	Simpangan baku 2 (<i>Standard deviation 2</i>) (C-A)
<i>Shorea laevis</i> Ridley	32	81,73	124,38	42,65	1247,01	1165,28
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	33,2	105,19	137,32	32,13	1323,77	1218,58
<i>Shorea foxworthyi</i> Sym.	34,2	395,28	148,72	-246,56	789,13	393,85
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	35,8	144,15	168,17	24,02	1015,39	871,24
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	37	145,48	183,75	38,27	1172,75	1027,27
<i>Shorea laevis</i> Ridley	38	566,2	197,41	-368,79	1422,95	856,75
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	39	275,33	211,68	-63,65	1264,64	989,31
<i>Shorea ferruginea</i> Dyer ex Brandis	40	431,75	226,59	-205,16	1608,03	1176,28
<i>Shorea smithiana</i> Sym.	42	223,18	258,34	35,16	1614,83	1391,65
<i>Shorea agami</i> P. Ashton	43,2	605,32	278,66	-326,66	1478,54	873,22
<i>Dipterocarpus grandiflorum</i> (Blanco) Blanco	45	241,01	310,97	69,96	1984,15	1743,14
<i>Shorea acuminatissima</i> Sym.	46	340,85	329,90	-10,95	1771,20	1430,35
<i>Pentace</i> Hassk.	48	873,96	369,88	-504,08	2193,02	1319,06
<i>Shorea agami</i> P. Ashton	50	760,02	412,77	-347,25	2176,61	1416,59
<i>Dipterocarpus caudiferus</i> Merr.	51	244,58	435,34	190,76	2544,88	2300,30
<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	53	177,31	482,75	305,44	4073,45	3896,14
<i>Shorea foxworthyi</i> Sym.	54	500,33	507,63	7,30	3722,48	3222,15
<i>Shorea foxworthyi</i> Sym.	55	327,22	533,29	206,07	3997,13	3669,91
<i>Shorea laevis</i> Ridley	56	241,51	559,75	318,24	4644,21	4402,70
<i>Santiria rubiginosa</i> Blume	57	340,21	587,03	246,82	2946,97	2606,76

Lampiran (Appendix) 2. Lanjutan (Continued)

Nama jenis (<i>Species name</i>)	DBH (cm)	Biomasa atas hasil pengukuran di lapangan (<i>Above ground biomass measurement in the field</i>) (A)	Biomasa atas hasil persamaan alometrik penelitian (<i>Above ground biomass measurement using allometric equation from this research</i>) (B)	Simpangan baku 1 (<i>Standard deviation 1</i>) (B-A)	Biomasa atas hasil persamaan Chave (<i>Above ground biomass measurement using allometric equation of Chave</i>) (C)	Simpangan baku 2 (<i>Standard deviation 2</i>) (C-A)
<i>Shorea pinanga</i> R. Scheffer	59	790,77	644,04	-146,73	5242,84	4452,07
<i>Shorea laevis</i> Ridley	60	1055	673,80	-381,20	3698,70	2643,70
<i>Dipterocarpus grandiflorum</i> (Blanco) Blanco	63	612,39	768,22	155,83	6400,06	5787,67
<i>Shorea laevis</i> Ridley	66	1051,77	870,54	-181,23	5402,22	4350,45
<i>Shorea agami</i> P. Ashton	68	1558,21	943,27	-614,94	7197,36	5639,15
<i>Shorea laevis</i> Ridley	70	1050,88	1019,70	-31,18	5624,20	4573,32
Total simpangan baku (<i>Total of standard deviation</i>)				-1709,43		67231,82
Rata-rata simpangan baku (<i>Average of standard deviation</i>)				-37,99		1494,04