

**AKUMULASI BIOMASSA KARBON PADA SKENARIO HUTAN SEKUNDER DI
MARIBAYA, BOGOR, JAWA BARAT**
*(Accumulation of Carbon Biomass Under Secondary Forest Scenario in Maribaya,
Bogor, West Java)**

Oleh/By:

Chairil Anwar Siregar dan/and N. M. Heriyanto

Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam

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

*Diterima : 12 Maret 2009; Disetujui : 14 September 2010

ABSTRACT

*This research is aimed at describing changes on accumulation of carbon biomass from year 2002 to 2005 observed on secondary forest under a closed site (bamboo fence, without local use) and an open site (no fence, with local use), so called baseline scenario. The observation was established in secondary forest in Maribaya. Results from this study indicate that carbon tree biomass increases from 2.87 ton C/ha (year 2002) to 17.28 ton C/ha (year 2005) in a closed site, meanwhile in the open site it increases from 1.81 ton C/ha (year 2002) to 11.96 ton C/ha (year 2005). Undergrowth biomass observed in year 2005 were 2.43 ton C/ha and 2.83 ton C/ha on the closed and open site respectively. Overall difference of accumulated carbon biomass between the two sites was 3.86 ton C/ha, which was considered as a leakage in the carbon project of 4 year old *Acacia mangium* Willd. plantation. Average accumulation of carbon biomass throughout the two study sites was 17.25 ton C/ha (equivalent to 63.31 ton CO₂/ha) and considered as a baseline scenario. In contrast, the average accumulation of carbon biomass conserved from 4 year old *A. mangium* plantation was 31.41 ton C/ha (equivalent to 115.29 ton CO₂/ha). This study shows that carbon gained from mangium plantation as compared to the baseline was 14.16 ton C/ha (equivalent to 51.97 ton CO₂/ha). Some important allometric equations describing relationship between growth parameter and biomass in baseline sites were also established.*

Keywords: Carbon biomass, allometric equation, secondary forest

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dari tahun 2002 sampai tahun 2005 di Maribaya, Bogor, bertujuan untuk memperoleh informasi tentang akumulasi biomassa karbon pada skenario hutan sekunder. Pada plot tertutup (pagar bambu, tanpa pemanfaatan oleh masyarakat) kandungan karbonnya meningkat dari 2,87 ton C/ha (tahun 2002) menjadi 17,28 ton C/ha (tahun 2005). Pada plot terbuka (tanpa pagar bambu, dimanfaatkan oleh masyarakat) kandungan karbonnya meningkat dari 1,81 ton C/ha (tahun 2002) menjadi 11,96 ton C/ha (tahun 2005). Sedangkan tumbuhan bawah kandungan karbonnya berturut-turut sebesar 2,43 ton C/ha dan 2,83 ton C/ha. Selisih akumulasi karbon pada plot tertutup dan terbuka yaitu sebesar 3,86 ton C/ha, dianggap sebagai kebocoran (*leakage*) dalam proyek sejenis. Kandungan karbon rata-rata pada hutan sekunder yang dijadikan *base line* pada kawasan hutan tanaman *Acacia mangium* Willd. di Maribaya yaitu sebesar 17,25 ton C/ha atau setara dengan 63,31 ton CO₂/ha. Kandungan karbon *A. mangium* berumur empat tahun di Maribaya sebesar 31,41 ton C/ha atau setara dengan 115,29 ton CO₂/ha. Bila dibandingkan dengan kandungan karbon *base line* di tempat yang sama, ada selisih sebesar 14,16 ton C/ha setara dengan 51,97 ton CO₂/ha. Persamaan alometri antara biomassa bagian atas tanah dengan diameter ialah $Y = 0,1769 X^{2,0501}$ ($R^2 = 0,78$), antara biomassa batang dengan diameter ialah $Y = 0,1147 X^{1,9238}$ ($R^2 = 0,65$), antara biomassa akar dengan diameter ialah $Y = 0,0203 X^{2,1291}$ ($R^2 = 0,63$) dan antara biomassa total dengan diameter ialah $Y = 0,1969 X^{2,0611}$ ($R^2 = 0,72$).

Kata kunci: Biomassa karbon, persamaan alometri, hutan sekunder

I. PENDAHULUAN

Hutan merupakan salah satu ekosistem dari ekosistem sumberdaya alam hayati yang memiliki peran penting dalam ekosistem sumberdaya tersebut, salah satunya yaitu sebagai penyerap (rosot) karbondioksida (CO₂) dari udara. Menurut *International Panel on Climate Change/ IPCC* (2003) sampai akhir tahun 1980 emisi karbon di dunia adalah sebesar 117 ± 35 G ton C, berasal dari pembakaran fosil berupa bahan bakar minyak dan batubara, penebangan hutan, dan kebakaran hutan. Untuk mengatasi masalah yang lebih serius tersebut, peran hutan sebagai penyerap CO₂ harus dikelola dengan baik. Secara global, deforestasi memberikan emisi sekitar 20% dari total emisi karbon (Houghton, 2005). Deforestasi dan degradasi hutan di Indonesia diperkirakan mengakibatkan emisi karbondioksida sebesar lebih dari 2,5 milyar ton per tahun.

Biomassa hutan dinyatakan dalam satuan berat kering oven per satuan luas, yang terdiri dari berat daun, bunga, buah, cabang, ranting, batang, akar serta pohon mati (Brown *et al.*, 1989). Besarnya biomassa hutan ditentukan oleh diameter, tinggi, kerapatan tegakan, dan kesuburan tanah. Penghitungan biomassa hutan tropis sangat diperlukan, untuk mengetahui potensi dan berpengaruhnya pada siklus karbon (Morikawa, 2002). Dari biomassa hutan, kurang lebih sebanyak antara 45 dan 50 persen mengandung karbon (Brown, 1997; *International Panel on Climate Change*, 2003). Selanjutnya dinyatakan oleh Nelson *et al.* (1999), bahwa data biomassa suatu ekosistem sangat berguna untuk mengevaluasi pola produktivitas berbagai macam ekosistem yang ada. Tegakan hutan mempunyai potensi besar dalam menyerap dan mengurangi kadar karbondioksida di udara melalui kegiatan konservasi dan perbaikan manajemen tegakan hutan.

Hutan sekunder di Maribaya adalah salah satu contoh vegetasi yang dapat menjadi rosot CO₂, dimana pertumbuhan

vegetasi memerlukan CO₂ dalam proses fotosintesis sehingga banyak dihasilkan biomassa tumbuhan hutan yang sedang tumbuh dan berkembang.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang besarnya akumulasi biomassa karbon pada skenario hutan sekunder di Resort Polisi Hutan (RPH) Maribaya, Parungpanjang, Bogor. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran tentang berapa besar tegakan hutan sekunder dapat menyerap atau mengurangi kadar CO₂ di udara dan membandingkannya dengan tanaman *Acacia mangium* Willd. yang ditanam di tempat yang sama.

II. BAHAN DAN METODE

A. Deskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di RPH Maribaya, Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Parungpanjang, Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Bogor. RPH Maribaya terletak pada ketinggian 60 m dpl, dengan iklim tipe B, dan curah hujan rata-rata 2.761 mm per tahun (Schmidt dan Ferguson, 1951). Berdasarkan pengukuran dengan GPS (*Global Positioning System*) lokasi penelitian terletak pada koordinat 106°27'-106°29' Bujur Timur dan 6°22'-6°25" Lintang Selatan.

Kedaaan topografi RPH Maribaya secara umum datar, dengan kemiringan lahan antara 0% sampai 5%, jenis tanahnya Acrisol (Siringoringo *et al.*, 2003). Penelitian dilakukan dari tahun 2002 sampai tahun 2005.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian adalah tegakan hutan sekunder (*base line*) seluas 10 ha dan lahan yang ditanami *A. mangium* seluas lima ha.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: cangkul, gergaji, alat penca-

but akar, pisau/golok, timbangan, kantong plastik, kantong kertas sampel, GPS, meteran, *diameter tape*, oven, dan alat-alat tulis.

C. Cara Kerja

1. Hutan Sekunder (*Base Line*)

Luas hutan sekunder yang dijadikan *base line* di Maribaya yaitu 10 ha, sedangkan lahan yang ditanami *A. mangium* seluas lima ha (ditanam Januari 2002). Pada *base line* dibedakan kerapatannya berdasarkan penutupan tajuk (JICA, 2002), kerapatan sedang yaitu dengan penutupan tajuk di bawah 60% dibuat lima plot ulangan, kerapatan tinggi yaitu di atas 60% dibuat lima plot ulangan. Dalam *base line* dibedakan yaitu dipagari bambu dan tanpa pagar bambu (plot tersembunyi), maksud dipagar bambu supaya tidak terganggu oleh masyarakat dan tanpa pagar bambu untuk mengetahui berapa banyak kayu yang diambil oleh masyarakat tersebut. Total plot dibuat sebanyak 20 buah (10 dalam pagar: 5 kerapatan sedang, 5 kerapatan tinggi; 10 di luar pagar: 5 kerapatan sedang, 5 kerapatan tinggi), berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 10 m x 10 m. Semua tumbuhan dalam plot didata jenis dan diukur diameter dan tingginya. Data ini kemudian menjadi dasar dalam menentukan contoh yang akan diambil berdasarkan *destructive sampling*.

2. Pemilihan Pohon Contoh

Setelah dilakukan sensus tumbuhan, pohon dipilih berdasarkan distribusi diameter setinggi dada (dbh) pada masing-masing plot tersebut (Heriyanto dan Siregar, 2007a). Untuk mengetahui kandungan karbon pada *base line* dilakukan pemanenan tumbuhan (*destructive sampling*) dan sebelumnya dipilih contoh secara representatif (jenis, diameter, dan tinggi) yang dianggap dapat mewakili seluruh populasi tumbuhan dalam plot tersebut. Untuk menghitung kandungan karbon tumbuhan bawah (dbh < 2 cm,

rumpun, dan semak), dibuat sub plot ukuran 2 m x 2 m pada setiap sudut plot ukuran 10 m x 10 m.

3. Pengukuran Berat Pohon

Akar, cabang, ranting, bunga, buah, dan daun dipisahkan dari batang, masing-masing bagian ditimbang. Berat pohon merupakan penjumlahan dari *item* tersebut.

4. Pengambilan Contoh

Contoh dipilih dan ditimbang untuk diukur berat kering dan kandungan karbonnya. Pengambilan contoh batang dilakukan dari setiap bagian yaitu: log 0-0,3 m; 0,3-1,3 m; 1,3-3,3 m, dan seterusnya setiap kelipatan dua meter; akar, cabang dan ranting, serta daun. Masing-masing bagian diambil sebanyak kurang lebih 200 g.

5. Berat Kering

Untuk mengetahui berat kering, contoh dimasukkan dalam kantong kertas dan dioven pada suhu 85°C selama 48 jam.

D. Analisis Data

1. Analisis Karbon

Pengukuran berat kering, contoh dimasukkan dalam kantong kertas dan dioven pada suhu 85°C selama 48 jam.

Untuk mengetahui berat kering contoh digunakan rumus dari *Japan International Cooperation Agency/JICA* (2002) sebagai berikut:

$$BKT = \frac{BKC}{BBC} \times BBT \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

BKT = Berat kering total (kg)
BKC = Berat kering contoh (g)
BBC = Berat basah contoh (g)
BBT = Berat basah total (kg)

2. Kandungan Karbon

Kandungan karbon dalam tumbuhan dihitung dengan menggunakan rumus (Brown, 1997 dan *International Panel on Climate Change/IPCC*, 2003):

$$\text{Kandungan Karbon} = \frac{\text{Berat Kering Tumbuhan}}{\text{Tumbuhan}} \times 50\% \dots(2)$$

3. Pendugaan Persamaan Alometri

Pendugaan persamaan alometri dilakukan dengan menggunakan rumus (IPCC, 2003):

$$Y = aX^b \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

Y = Berat kering pohon (biomassa pohon)

X = Dbh/Diameter pohon setinggi dada (1,3 m)

a, b = Koefisien

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Biomassa dan Kandungan Karbon

1. Pohon

Biomassa dapat dibedakan ke dalam dua kategori, yaitu biomassa di atas tanah (batang, cabang, ranting, daun, bunga, dan buah) dan biomassa di dalam tanah (akar). Kusmana *et al.* (1992) menyatakan bahwa besarnya biomassa ditentukan oleh diameter, tinggi tanaman, berat jenis kayu, dan kesuburan tanah.

Berat kering yang merupakan penduga biomassa tumbuhan disajikan pada Tabel 1, sedangkan jenis tumbuhan yang terdapat di plot penelitian disajikan pada Lampiran 1.

Dari Tabel 1 dapat dinyatakan bahwa biomassa yang dijadikan *base line* pada tanaman *A. mangium* setiap tahunnya terus bertambah dengan pesat, hal ini karena pada plot ini banyak jenis tumbuh cepat, jenis tersebut di antaranya pusa/*Schima walichii* (DC) Korth. yang mendominasi plot dengan indeks nilai penting sebesar 67,41% (Heriyanto dan Siregar, 2007a).

Pada akhir penelitian yaitu tahun 2005, plot yang diberi pagar bambu (tidak ada gangguan) dan plot yang tanpa pagar bambu (terganggu) ternyata ada selisih biomasnya (*leakage*) yaitu sebesar 10,64 ton/ha (34,57-23,93). Hal ini diduga dipergunakan oleh masyarakat sekitar lokasi penelitian untuk keperluan kayu

bakar dan pembuatan arang, karena jenis pusa merupakan salah satu yang disukai untuk keperluan tersebut.

Berdasarkan asumsi/rumus Brown (1997) dan IPCC (2003), yang menyatakan bahwa 45% sampai 50% bahan kering tanaman terdiri dari kandungan karbon, maka biomassa dan kandungan karbon tumbuhan pada *base line* di Maribaya disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dikemukakan bahwa, total biomassa tumbuhan akhir penelitian pada plot dengan pagar bambu yaitu sebesar 34,57 ton/ha atau kandungan karbonnya sebesar 17,28 ton C/ha atau setara dengan 63,42 ton CO₂/ha. Plot tanpa pagar bambu (*local use*) biomasnya sebesar 23,93 ton/ha, kandungan karbonnya sebesar 11,96 ton C/ha atau setara dengan 43,89 ton CO₂/ha. Hal ini berarti bahwa *base line* di Maribaya dapat berperan dalam menyerap CO₂ dari udara cukup besar dan juga memperbaiki iklim mikro.

2. Tumbuhan Bawah

Berat kering tumbuhan bawah, kandungan karbon, dan kandungan karbondioksida pada hutan sekunder yang dijadikan *base line* pada tanaman *A. mangium* di Maribaya, Bogor disajikan pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa biomassa (berat kering oven) tumbuhan bawah pada akhir penelitian di plot pagar bambu rata-rata sebesar 4,87 ton/ha, tanpa pagar bambu sebesar 5,66 ton/ha. Kandungan karbon berturut-turut sebesar 2,43 ton C/ha dan 2,83 ton C/ha atau setara dengan 8,92 ton CO₂/ha dan 10,39 CO₂ ton/ha.

Kandungan karbon pada hutan sekunder yang dijadikan *base line* tanaman *A. mangium* tahun tanam 2002 di lokasi plot pagar bambu yaitu sebesar 17,28 ton C/ha (pohon) ditambah 2,43 ton C/ha (tumbuhan bawah) = 19,71 ton C/ha setara dengan 72,34 CO₂/ha. Pada plot tanpa pagar bambu sebesar 11,96 ton C/ha (pohon) ditambah 2,83 ton C/ha (tumbuhan

bawah) = 14,79 ton C/ha setara dengan 54,28 ton CO₂/ha. Dengan demikian kandungan karbon rata-rata pada *base line* di Maribaya sebesar 17,25 ton C/ha atau setara dengan 63,31 ton CO₂/ha. Ada seli-

sih akumulasi karbon pada plot tertutup (pagar bambu) dan terbuka (tanpa pagar bambu) yaitu sebesar 3,86 ton C/ha, dianggap sebagai kebocoran (*leakage*) dalam proyek ini.

Tabel (Table) 1. Jumlah biomassa pada tiap bagian tumbuhan pada *base line* di Maribaya, Bogor (*The biomass weight from different part of the plants in base line, at Maribaya Bogor*)

No.	Tempat dan tahun (<i>Side and year</i>)	Biomassa (<i>Biomass</i>) (ton/ha)		
		Bagian atas (<i>Above ground</i>)	Akar (<i>Root</i>)	Total biomassa (<i>Biomass total</i>)
1	Pagar bambu (<i>Bamboo fence</i>)			
	2002	3,76	1,98	5,74
	2003	8,18	4,33	12,51
	2004	16,85	8,83	25,68
	2005	22,75	11,81	34,57
2	Tanpa pagar (<i>Without bamboo fence/local use</i>)			
	2002	2,35	1,26	3,62
	2003	8,12	4,33	12,46
	2004	12,88	6,78	19,66
	2005	15,68	8,25	23,93

Tabel (Table) 2. Biomassa, kandungan karbon dan CO₂ tumbuhan pada *base line* di Maribaya Bogor (*Biomass content of carbon and CO₂ equivalent of base line in Maribaya Bogor*)

No.	Tempat dan tahun (<i>Side and year</i>)	Total biomasa (<i>Biomass total</i>) (ton/ha)	Karbon (<i>Carbon</i>) (ton C/ha)	Karbondioksida (<i>Carbondioxide/CO₂</i>) (ton/ha)
1.	Pagar bambu (<i>Bamboo fence</i>)			
	2002	5,74	2,87	10,53
	2003	12,51	6,25	22,94
	2004	25,68	12,84	47,12
	2005	34,57	17,28	63,42
2.	Tanpa pagar (<i>Without bamboo fence/local use</i>)			
	2002	3,62	1,81	6,64
	2003	12,46	6,23	22,86
	2004	19,66	9,83	36,08
	2005	23,93	11,96	43,89

Tabel (Table) 3. Biomassa, kandungan karbon dan CO₂ tumbuhan bawah pada *base line* di Maribaya, Bogor (*The biomass, content C and CO₂ of undergrowth in base line, at Maribaya Bogor*)

No.	Tempat dan tahun (<i>Side and year</i>)	Total biomassa (<i>Biomass total</i>) (ton/ha)	Karbon (<i>Carbon</i>) (ton C/ha)	Karbondioksida (<i>Carbondioxide CO₂</i>) (ton/ha)
1.	Pagar bambu (<i>Bamboo fence</i>)			
	2002	3,57	1,78	6,53
	2003	4,37	2,18	8,00
	2004	4,96	2,48	9,10
	2005	4,87	2,43	8,92
2.	Tanpa pagar (<i>Without bamboo fence/local use</i>)			
	2002	4,74	2,37	8,70
	2003	4,67	2,33	8,55
	2004	5,85	2,92	10,72
	2005	5,66	2,83	10,39

Pada penelitian terdahulu (Heriyanto dan Siregar, 2007b), kandungan karbon *A. mangium* tanpa menghitung tumbuhan bawah di Maribaya sebesar 31,41 ton C/ha atau setara dengan 115,29 ton CO₂/ha. Bila dibandingkan dengan kandungan *base line* di tempat yang sama, ada selisih (karbon kredit) sebesar 14,16 ton C/ha setara dengan 51,97 ton CO₂/ha. Hal ini dapat dijelaskan *A. mangium* merupakan salah satu jenis pohon tumbuh cepat yang menjadi prioritas untuk industri kayu, *pulp*, kertas, rehabilitasi hutan dan lahan yang dapat tumbuh pada tanah yang marjinal (Alrasjid, 1984; Pinyopusarerk *et al.*, 1993). Pada kondisi tanah yang optimal, riap rata-rata setahun dapat mencapai 44 m³/ha (Jones, 1983).

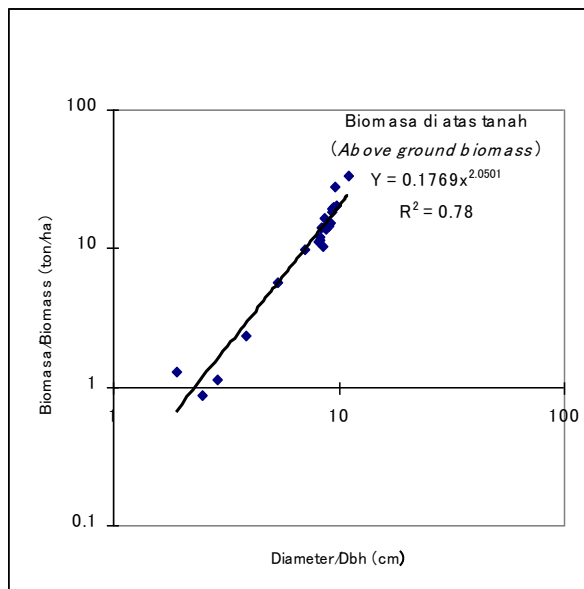
Dalam rangka mekanisme pembangunan bersih (*clean development mechanism/CDM*), tanaman mangium dapat menyerap karbon yang lebih banyak bila dibandingkan hutan sekunder, dengan demikian nilai tambah akan banyak didapat bila lahan yang kosong/terlantar dapat ditanami jenis tersebut.

B. Persamaan Alometri *Base Line*

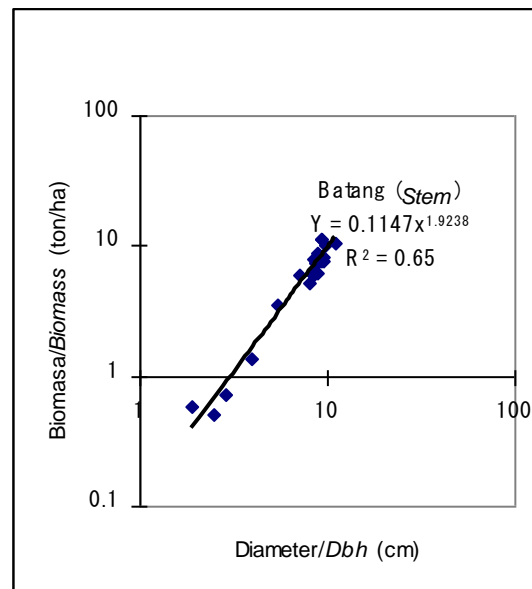
Biomassa dari tegakan hutan dapat diestimasi secara langsung dengan menggunakan persamaan regresi biomassa yaitu fungsi matematik yang didasarkan pada hubungan berat kering biomassa dengan satu atau lebih kombinasi dari dimensi tegakan pohon. Persamaan regresi yang digunakan didasarkan pada data dari tegakan yang diameternya dapat mewakili kisaran kelas diameter pada tegakan tersebut.

Pengukuran berat biomassa tanaman hutan yang dilakukan dengan cara menebang seluruh tanaman, memerlukan waktu lama dan biaya yang besar. Untuk mempermudah diperlukan adanya persamaan alometri, yang berguna untuk menduga berat total biomassa tegakan. Setelah ditemukan alometri maka berat biomassa tegakan dapat dihitung hanya dengan mengukur diameternya saja.

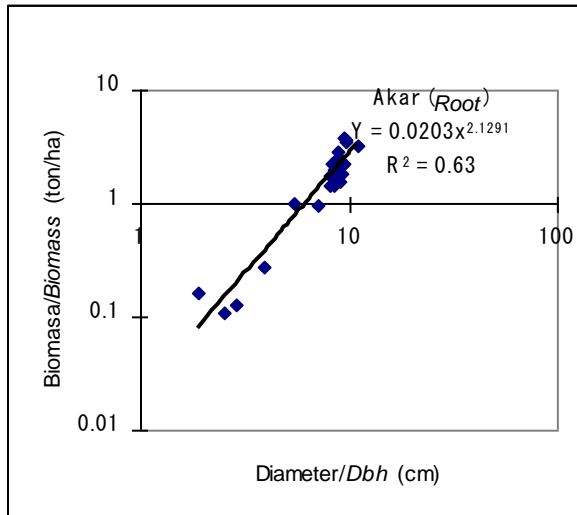
Berdasarkan pohon contoh, dapat dibuat alometri untuk *base line* seperti terlihat pada Gambar 1, 2, 3, dan Gambar 4.



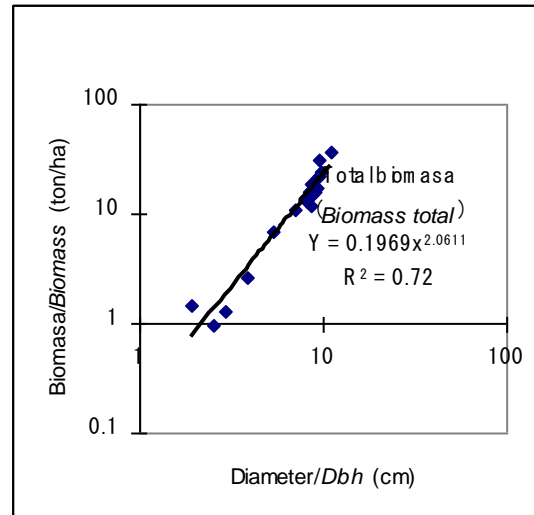
Gambar (Figure) 1. Grafik hubungan antara berat kering bagian atas tanah dengan diameter, beserta persamaan alometrinya (*Allometric equation of the relationship between above ground biomass and diameter at breast height*)



Gambar (Figure) 2. Grafik hubungan antara berat kering batang dengan diameter, beserta persamaan alometrinya (*Allometric equation of the relationship between stem dry weight and diameter at breast height*)



Gambar (Figure) 3. Grafik hubungan antara berat kering akar dengan diameter, beserta persamaan alometrinya (*Allometric equation of the relationship between root dry weight and diameter at breast height*)



Gambar (Figure) 4. Grafik hubungan antara berat kering total dengan diameter, beserta persamaan alometrinya (*Allometric equation of the relationship between total dry weight and diameter at breast height*)

Dari Gambar 1 sampai dengan Gambar 4, terlihat hubungan antara nilai biomassa pada tiap bagian tegakan mangium (akar, batang, bagian di atas tanah, dan total) dengan diameter. Nilai koefisien determinasi (R^2) untuk semua hubungan didapatkan di atas 60%, yang berarti hubungan tersebut cukup erat. Dengan demikian untuk menduga biomassa *base line* dapat dilakukan dengan cara mengukur diameter saja tanpa harus melakukan penebangan pohon (*sampling destructive*). Hal ini sejalan dengan penelitian Miyakuni *et al.*, 2004 dan Heriansyah *et al.*, 2005 yang menyatakan bahwa dalam persamaan alometri, hubungan tiap bagian pohon (akar, batang, bagian pohon di atas tanah, dan biomassa total) harus mempunyai nilai koefisien determinasi (R^2) di atas 60%. Selanjutnya, untuk menduga biomassa tegakan cukup mengukur diameternya saja tanpa harus menebang pohon.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Total biomassa pohon pada plot tertutup (pagar bambu) yaitu sebesar

- 34,57 ton/ha atau kandungan karbonnya sebesar 17,28 ton C/ha atau setara dengan 63,42 ton CO₂/ha. Plot tanpa pagar bambu (*local use*) biomasnya sebesar 23,93 ton/ha, kandungan karbonnya sebesar 11,96 ton C/ha atau setara dengan 43,89 ton CO₂/ha.
2. Biomassa tumbuhan bawah pada plot pagar bambu rata-rata sebesar 4,87 ton/ha, tanpa pagar bambu sebesar 5,66 ton/ha. Kandungan karbon berturut-turut sebesar 2,43 ton C/ha dan 2,83 ton C/ha atau setara dengan 8,92 ton CO₂/ha dan 10,39 CO₂ ton/ha.
3. Kandungan karbon rata-rata pada hutan sekunder yang dijadikan *base line* pada kawasan hutan tanaman *Acacia mangium* Willd. di Maribaya yaitu sebesar 17,25 ton C/ha atau setara dengan 63,31 ton CO₂/ha.
4. Ada selisih akumulasi karbon pada plot tertutup (pagar bambu) dan terbuka (tanpa pagar bambu) yaitu sebesar 3,86 ton C/ha, dianggap sebagai kebocoran (*leakage*) dalam proyek sejenis.
5. Kandungan karbon *A. mangium* di Maribaya sebesar 31,41 ton C/ha atau setara dengan 115,29 ton CO₂/ha. Bila dibandingkan dengan kandungan *base line* di tempat yang sama, ada selisih

sebesar 14,16 ton C/ha setara dengan 51,97 ton CO₂/ha.

6. Persamaan alometri antara biomassa bagian atas tanah dengan diameter ialah $Y = 0,1769 X^{2,0501}$ ($R^2 = 0,78$), antara biomassa batang dengan diameter ialah $Y = 0,1147 X^{1,9238}$ ($R^2 = 0,65$), antara biomassa akar dengan diameter ialah $Y = 0,0203 X^{2,1291}$ ($R^2 = 0,63$) dan antara biomassa total dengan diameter ialah $Y = 0,1969 X^{2,0611}$ ($R^2 = 0,72$).

B. Saran

Dalam penelitian persamaan alometri menunjukkan bahwa hubungan diameter dengan berat kering batang, akar, bagian atas pohon, dan berat total pohon cukup signifikan (lebih dari 60%). Karena itu untuk menduga biomassa pohon disarankan cukup mengukur diameternya tanpa melakukan penebangan (*destructive sampling*).

DAFTAR PUSTAKA

- Alrasjid, H. 1984. Aspek-aspek Pengembangan Hutan Tanaman Industri. Ed.: H. Haeruman, S. Widarmana, dan E. Suhendang. Proceeding Lokakarya Pembangunan Timber Estate. Bogor. Hal. 329-377.
- Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. A Primer, FAO. Forestry Paper No. 134. FAO, USA.
- Brown, S., A.J.R. Gillespie, and A.E. Lugo. 1989. Biomass Estimation Methods for Tropical Forest with Applications to Forest Inventory Data. Forest Science 35: 881-902.
- Heriansyah, I., K. Miyakuni, Kiyono and N.M. Heriyanto. 2005. Allometric Biomass Equations of *Acacia mangium* Willd. Forests in South Sumatra, Indonesia. Indonesian Scientific Meeting 2005 Proceeding, Nagoya University, Japan September 3, 2005. p. 259-264.
- Heriyanto, N.M. dan C.A. Siregar. 2007a. Keragaman Jenis dan Konservasi Karbon pada Hutan Sekunder Muda di Maribaya, Bogor. Info Hutan IV (3): 283-291. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Heriyanto, N.M. dan C.A. Siregar. 2007b. Biomassa dan Konservasi Karbon pada Hutan Tanaman Mangium (*Acacia mangium* Willd.) di Parungpanjang, Bogor, Jawa Barat. Info Hutan IV(1): 65-73. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Houghton, R. A. 2005. Tropical Deforestation as a Source of Greenhouse Gas Emissions. Tropical Deforestation and Climate Change. Edited by Paulo Moutinho and Stephan Schwartzman. - Belém - Pará - Brazil : IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Washington DC - USA : Environmental Defense. Ford Foundation. P. 74-92.
- International Panel on Climate Change. 2003. IPCC Guidelines for Nation Greenhouse Inventories: Reference Manual IPCC.
- Japan International Cooperation Agency/ JICA. 2002. Demonstration Study on Carbon Fixing Forest Management Project. Progress Report of the Project 2001-2002.
- Jones, N. 1983. Fast-Growing Leguminous Trees in Sabah, Malaysia. In *Leucaena* Research in the Asian Pacific Region. Eds.: J,W. Turnbull. Ottawa, Canada: IDRC. p.149-154.
- Kusmana, C., S. Sabiham, K. Abe, and H. Watanabe. 1992. An Estimation of Above Ground Tree Biomass of a Mangrove Forest in East Sumatera, Tropics I (4): 143-257.
- Miyakuni, K., Kiyono, N.M. Heriyanto, and I. Heriansyah. 2004. Allometric Biomass Equations, Biomass Expansion Factors and Root-to-shoot Ratios of Planted *Acacia mangium* Willd. Forests in West Java, Indonesia. Journal of Forest Planning 10:

- 69-76. Japan Society of Forest Planning.
- Morikawa, Y. 2002. Biomass Measurement in Planted Forest in and Around Benakat. Fiscal Report of Assessment on the Potentiality of Reforestation and Afforestation Activities in Mitigating the Climate Change 2001. JIFPRO, Tokyo, Japan. p. 58-63.
- Nelson, B.W., R. Mesquita, J.L.G. Pereira, S.G.A. De Souza, G.T. Batista, and L. B. Couto. 1999. Allometric Regressions for Improved Estimate of Secondary Forest Biomass in the Central Amazon. *Forest Ecology and Management* 117: 149-167.
- Pinyopusarerk, K., S.B. Liang, and B.V. Gunn. 1993. Taxonomy, Distribution, Biology and Use as an Exotic. *In: Acacia mangium Growth and Utilization 1: 1-17*. Thailand.
- Schmidt, F.G. and J.H.A. Ferguson. 1951. Rainfall Types on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia Western New Guinea. *Verhandel. Direktorat Meteorologi dan Geofisika*. Djakarta.
- Siringoringo, H., C.A. Siregar, and H. Hatori. 2003. Analysis of Soil Carbon Stock of *Acacia mangium* Plantation in Maribaya, West Java. *Buletin Penelitian Hutan* 634: 59-77. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.

Lampiran (Appendix) 1. Jenis tumbuhan pada *base line* di Maribaya, Bogor (*Species in base line at Maribaya, Bogor*)

No.	Jenis (<i>Species</i>)	Famili (<i>Family</i>)	Habitus
1	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Fabaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
2	<i>Acronychia pedunculata</i> (L.) Miquel	Rutaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
3	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	Herba (<i>Herb</i>)
4	<i>Allophylus cobbe</i> (L.) Rauschel	Sapindaceae	Liana berkayu (<i>Woody liana</i>)
5	<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.	Apocynaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
6	<i>Antidesma ghaesembilla</i> Gaertn.	Euphorbiaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
7	<i>Antidesma montanum</i> Blume	Euphorbiaceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
8	<i>Aporosa octandra</i> (Buch.- Han. ex D.Don) Vickery	Euphorbiaceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
9	<i>Archidendron jiringa</i>	Fabaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
10	<i>Ardisia villosa</i> Roxburgh	Myrsinaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
11	<i>Arthrophyllum diversifolium</i> Blume	Araliaceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
12	<i>Artocarpus elasticus</i> Reinw. Ex Bl.	Moraceae	Pohon (<i>Tree</i>)
13	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamk	Moraceae	Pohon (<i>Tree</i>)
14	Asteraceae	Asteraceae	Herba (<i>Herb</i>)
15	<i>Axonopus compressus</i> (Swartz) Beauv.	Poaceae	Herba (<i>Herb</i>)
16	<i>Bouea macrophylla</i> Griffith	Anacardiaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
17	<i>Breynia racemosa</i> (Blume) Muell. Arg.	Euphorbiaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
18	<i>Bridelia tomentosa</i> Blume	Euphorbiaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
19	<i>Brucea javanica</i> (L.) Merrill	Simaruobaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
20	<i>Canthium horridum</i> Blume	Rubiaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
21	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertner	Bombacaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
22	<i>Centotheca lappacea</i> (L.) Desv.	Poaceae	Herba (<i>Herb</i>)
23	<i>Centrosema pubescens</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae	Liana
24	<i>Chasalia curviflora</i> (Wall.) Thw.	Rubiaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
25	<i>Chromolaena odorata</i> R.M. King & Robinson	Asteraceae	Semak (<i>Shrub</i>)
26	<i>Cinnamomum iners</i> Reinw. ex Bl.	Lauraceae	Pohon (<i>Tree</i>)
27	<i>Clausena exavata</i> Burm.f.	Rutaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
28	<i>Clerodendrum villosum</i> Bl.	Verbenaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
29	<i>Clibadium surinamense</i> L.	Asteraceae	Semak (<i>Shrub</i>)
30	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D Don	Melastomataceae	Herba (<i>Herb</i>)
31	<i>Coffea</i> cf. <i>arabica</i> L.	Rubiaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
32	<i>Curculigo orchiioides</i> Gaertn.	Hypoxidaceae	Herba (<i>Herb</i>)
33	<i>Cyrtococcum acrescens</i> (Trinius) Stapf.	Poaceae	Herba (<i>Herb</i>)
34	<i>Dalbergia latifolia</i> Roxburgh	Fabaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
35	<i>Decaspermum fruticosum</i> J. R. & G.Forster	Myrtaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
36	<i>Desmodium gangeticum</i> (L.) DC.	Fabaceae	Herba (<i>Herb</i>)
37	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm.f.) Underw	Gleicheniaceae	Paku-pakuan, herba (<i>Fern, herb</i>)
38	<i>Dillenia obovata</i> (Bl.) Hoogl.	Dilleniaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
39	<i>Dillenia suffruticosa</i> (Griff.) Martelli	Dilleniaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
40	<i>Diodia sarmentosa</i> Swartz	Rubiaceae	Herba (<i>Herb</i>)
41	<i>Dioscorea filiformis</i> Blume	Dioscoreaceae	Liana
42	<i>Durio zibethinus</i> Murr.	Bombacaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
43	<i>Elaeagnus latifolius</i> L.	Elaeagnaceae	Liana berkayu (<i>Woody liana</i>)
44	<i>Elaeocarpus floribundus</i> Blume	Elaeocarpaceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
45	<i>Ellephantopus scaber</i> L.	Asteraceae	Herba (<i>Herb</i>)
46	<i>Erioglossum rubiginosum</i> (Roxb.) Bl.	Sapindaceae	Semak (<i>Shrub</i>)

Lampiran (Appendix) 1. Lanjutan (Continued)

No.	Jenis (<i>Species</i>)	Famili (<i>Family</i>)	Habitus
47	<i>Etilingera elatior</i> (Jack) R.M. Smith	Zingiberaceae	Herba (<i>Herb</i>)
48	<i>Eulaia</i> sp.	Poaceae	Herba (<i>Herb</i>)
49	<i>Eurya nitida</i> Korth.	Theaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
50	<i>Evodia aromatica</i> Blume	Rutaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
51	<i>Fagraea fragrans</i> Roxburgh	Loganiaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
52	<i>Ficus hirta</i> Vahl.	Moraceae	Semak (<i>Shrub</i>)
53	<i>Ficus hispida</i> L.	Moraceae	Semak (<i>Shrub</i>)
54	<i>Ficus variegata</i> Blume	Moraceae	Pohon (<i>Tree</i>)
55	<i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Merrill	Fabaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
56	<i>Glochidion arborescens</i> Blume	Euphorbiaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
57	<i>Glochidion rubrum</i> Blume	Euphorbiaceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
58	<i>Gmelina arborea</i> Roxburgh	Verbenaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
59	<i>Gnetum gnemon</i> L.	Gnetaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
60	<i>Gnetum latifolium</i> Blume	Gnetaceae	Liana
61	<i>Grewia acuminata</i> Jussieu	Tiliaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
62	<i>Helicteres hirsuta</i> Loureiro	Sterculiaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
63	<i>Hemigraphis brunelloides</i> (Lamk.) Brem.	Acanthaceae	Herba (<i>Herb</i>)
64	<i>Homalomena cordata</i> Schott	Araceae	Herba (<i>Herb</i>)
65	<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	Lamiaceae	Herba (<i>Herb</i>)
66	<i>Ilex cymosa</i> Blume	Aquifoliaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
67	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauv.	Poaceae	Herba (<i>Herb</i>)
68	<i>Ipomoea gracilis</i> R. Br.	Convolvulaceae	Liana
69	<i>Ixora javanica</i> (Bl.) DC.	Rubiaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
70	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
71	<i>Leea indica</i> (Burm.f.) Merr.	Leeaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
72	<i>Litsea umbellata</i> Merr.	Lauraceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
73	<i>Lycopodium cernuum</i> Linn.	Lycopodiaceae	Paku-pakuan, herba (<i>Fern, herb</i>)
74	<i>Lygodium flexuosum</i> (L.) Swartz	Schizaeaceae	Paku-pakuan (<i>Fern</i>), liana
75	<i>Mangifera foetida</i> Loureiro	Anacardiaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
76	<i>Mangifera odorata</i> Griffith	Anacardiaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
77	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
78	<i>Melastoma malabrarthicum</i> L.	Melastomataceae	Semak (<i>Shrub</i>)
79	<i>Mikania cordata</i> (Burm.f.) B.L. Robinson	Asteraceae	Liana
80	<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae	Herba (<i>Herb</i>)
81	<i>Mischocarpus sundaicus</i> Blume	Sapindaceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
82	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Sapindaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
83	<i>Pandanus furcatus</i> Roxburgh	Pandanaceae	Pohon pandan (<i>Pandan tree</i>)
83	<i>Paraserianthes falcataria</i> (L.) Nielson	Fabaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
84	<i>Parkia speciosa</i> Hassk.	Fabaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
85	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	Poaceae	Herba (<i>Herb</i>)
86	<i>Pericampylus glaucus</i> (Lmk.) Merr.	Menispermaceae	Liana
87	<i>Phyllanthus emblica</i> L.	Euphorbiaceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
88	<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
89	<i>Pittosporum ferrugineum</i> W. Aitt.	Pittosporaceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
90	<i>Pleomele elliptica</i> (Thunb.) N.E. Br.	Liliaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
91	<i>Psychotria jackii</i> Hook. F.	Rubiaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
92	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae	Herba melilit (<i>Creeping herb</i>)
93	<i>Reisantia indica</i> (Willd.) N. Halle	Hippocrateaceae	Liana

Lampiran (*Appendix*) 1. Lanjutan (*Continued*)

No.	Jenis (<i>Species</i>)	Famili (<i>Family</i>)	Habitus
94	<i>Rhodamnia cinerea</i> Jack	Myrtaceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
95	<i>Sandoricum koetjape</i> (Burm.f.) Merr.	Meliaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
96	<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth.	Theaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
97	<i>Scleria purpurascens</i> Steud	Cyperaceae	Herba (<i>Herb</i>)
98	<i>Selaginella plana</i> Hieron	Selaginellaceae	Paku-pakuan, herba (<i>Fern, herb</i>)
99	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl	Verbenaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
90	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	Meliaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
91	<i>Syzygium polyanthum</i> (Wight.) Walp.	Myrtaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
92	<i>Syzygium pycnanthum</i> Merrill & Perry	Myrtaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
93	<i>Tacca palmata</i> Blume	Taccaceae	Herba (<i>Herb</i>)
94	<i>Taenitis blechnoides</i> (Willd.) Swartz.	Hemionitidiaceae	Paku-pakuan, herba (<i>Fern, herb</i>)
95	<i>Tamarindus indica</i> L.	Fabaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
96	<i>Tetracera akara</i> (Burm.f.) Merr.	Dilleniaceae	Liana
97	<i>Trema cannabina</i> Loureiro	Ulmaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
98	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	Ulmaceae	Pohon (<i>Tree</i>)
99	<i>Tylophora</i> sp.	Asclepiadaceae	Liana
100	<i>Urena lobata</i> L.	Malvaceae	Herba (<i>Herb</i>)
101	<i>Vitex pinnata</i> L.	Verbenaceae	Pohon kecil (<i>Small tree</i>)
102	<i>Wrightia javanica</i> DC.	Apocynaceae	Semak (<i>Shrub</i>)
103	<i>Xanthophyllum excelsum</i> Miq.	Polygalaceae	Pohon (<i>Tree</i>)