

**KAJIAN KUANTIFIKASI KANDUNGAN KARBON PADA HUTAN TANAMAN
JATI (*Tectona grandis* LINN) (Study on Quantification of Carbon Content at Jati
(*Tectona grandis* LINN) Plantation Forest)*)**

Oleh/By :

Tyas Mutiara Basuki, Heru Dwi R., dan/and Sukresno

Balai Penelitian Kehutanan Solo

Jl. Jend. A. Yani-Pabelan, Kartasura PO. BOX. 295 Surakarta 57102 Telp./Fax : (0271) 716709 dan 716959

e-mail : bp2tpdas@indo.net.id

*) Diterima : 20 Juni 2005; Disetujui : 29 April 2008

ABSTRACT

*Forests cover a quarter part of world land area and plays an important role in maintaining global environment, such as controlling flood, desertification process, and sequestration and fixation of CO₂. The existing of forest was decreasing due to slash and burn activities, over forest felling for fuel wood and commercial timber, conversion of forest land to other uses. Our world is now opening to adversity of global warming. It is believed that most of CO₂ and other green house gases were released from economics activities formed a layer surrounding world atmosphere, stopped solar energy, and caused a raise average temperature. Climate change caused by global warming has overcome to more intent natural disaster in some parts of the world as before. Concerning this situation, BP2TPDAS-IBB have conducted a study to collect and analyze some data to quantify the fixation of carbon content, stands biomass by making allometric equation in teak (*Tectona grandis* LINN) as one favorite species in developing industrial plantation forest. The study was located at teak plantation forest at Cepu Forestry District (KPH), Perum Perhutani Unit II, Central Java. The research deals with the observation of the current condition and does not employ a treatment. The research methodology used to quantify carbon sequestration in the plant biomass was IPCC approximation guidelines. In this research assumed that, the amount of absorbed and stored of carbon contents in plant was the same as the carbon content in the plant biomass. The results of the study show that the correlation equations between stand/plant age and diameter, total dry weight biomass and diameter, also carbon content and diameter give high value of determination coefficient. It means that those equations could be used to estimate the carbon content of teak stand/plant.*

Key words : Tectona grandis LINN, plantation forest, quantification, carbon content

ABSTRAK

Hutan menutupi seperempat bagian dari wilayah daratan di dunia dan memainkan peran yang penting di dalam memelihara lingkungan global seperti pencegahan banjir, pengendalian proses pematangan-pasiran dan penyerapan serta fiksasi CO₂. Hutan telah semakin berkurang yang disebabkan oleh kegiatan tebas dan bakar, penebangan pohon secara berlebihan untuk mendapatkan kayu bakar serta kayu komersil, dan oleh konversi dari tanah-tanah hutan menjadi tanah-tanah pertanian. Bumi kita sekarang terbuka terhadap bahaya dari pemanasan global. Dipercayai bahwa sejumlah besar CO₂ dan beberapa Gas Rumah Kaca lain dilepaskan oleh kegiatan-kegiatan ekonomi dan membentuk suatu lapisan sekeliling bumi, yang menahan energi matahari dan mengakibatkan peningkatan dari suhu rata-rata. Perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan itu telah mendatangkan lebih banyak bencana-bencana alam daripada sebelumnya di berbagai belahan dunia. Memahami situasi demikian, BP2TP-DAS-IBB melakukan studi untuk mengumpulkan dan menganalisis berbagai data guna mengkuantifikasikan kandungan karbon dalam biomassa dengan membuat persamaan allometrik tegakan jati (*Tectona grandis* LINN) sebagai salah satu jenis unggulan dalam pembangunan hutan tanaman industri. Dalam penelitian ini, lokasi yang dipilih adalah hutan tanaman jati pada Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Perum Perhutani Cepu, Unit II Jawa Tengah. Penelitian yang dilakukan merupakan pengamatan terhadap kondisi yang ada dan tidak melakukan perlakuan. Metode yang digunakan untuk mengetahui rosot karbon dalam tanaman adalah dengan pendekatan *IPCC Guidelines*. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa jumlah karbon yang dapat diserap dan disimpan oleh tanaman sama dengan jumlah karbon yang terdapat dalam biomassa tanaman tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persamaan korelasi antara umur tegakan/tanaman dengan diameter, berat kering total biomassa dengan diameter, dan kandungan karbon dengan diameter, memberikan nilai koefisien determinasi yang tinggi. Ini berarti, persamaan-persamaan tersebut dapat digunakan untuk mengestimasi kandungan karbon tegakan/tanman jati.

Kata kunci : *Tectona gandis* LINN, hutan tanaman, kuantifikasi, kandungan karbon

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan tuntutan kualitas serta kuantitas pangan, papan, dan energi telah menyebabkan manusia memanfaatkan sumberdaya alam melebihi kapasitasnya. Peningkatan kebutuhan hidup tersebut tercermin dari perubahan antara lain meliputi peningkatan penggunaan energi dari bahan bakar fosil maupun perubahan penggunaan lahan. Kedua hal ini dapat menyebabkan peningkatan panas global yang selanjutnya menyebabkan perubahan iklim global. Pemanasan global adalah gejala naiknya suhu udara permukaan bumi karena makin bertambahnya intensitas efek rumah kaca. Efek rumah kaca terjadi akibat pantulan gelombang sinar infra merah dari bumi yang tidak dapat terlepas ke angkasa luar dan terserap oleh molekul gas yang disebut gas rumah kaca (GRK). Menurut Murdiarso (1999) gas rumah kaca penting yang menyebabkan pemanasan global adalah karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrous oksida (N_2O). Di antara ketiga gas tersebut kontribusi terbesar terhadap pemanasan global adalah CO_2 , yaitu 55%. Untuk itu pengurangan CO_2 di atmosfer sangat penting dilakukan, sebab kenaikan suhu bumi akan berakibat pada perubahan pola hujan yang selanjutnya menyebabkan terjadinya banjir, kekeringan maupun kenaikan permukaan laut sebagai akibat mencairnya es di daerah kutub.

Salah satu faktor yang dapat menurunkan akumulasi CO_2 di atmosfer adalah penyerapan oleh vegetasi. Hutan yang mempunyai komposisi vegetasi yang beragam dapat bertindak sebagai pembersih udara dengan memanfaatkan CO_2 di udara dan digunakan dalam proses fotosintesis (Foley, 1993). Hutan di Indonesia cukup luas, maka Indonesia diharapkan mampu berperan sebagai paru-paru bumi. Namun demikian perlu diingat bahwa walaupun hutan di Indonesia cukup luas, laju deforestasi dari tahun ke tahun juga meningkat. Menurut SEI (1992) dalam Handoko *et al.* (1996) bahwa saat ini

deforestasi yang terjadi pada hutan tropis sekitar 1,1 juta ha tiap tahun.

Indonesia sangat berpotensi menjadi negara penyerap emisi karbon karena Indonesia mempunyai kawasan hutan tropis yang luas. Potensi tersebut bahkan dapat lebih ditingkatkan dengan upaya penanaman jenis pada hutan yang rusak dan tersebar luas. Bila lahan terdegradasi tersebut dapat direhabilitasi dengan metode konservasi yang tepat bukan tidak mungkin lahan tersebut dapat digunakan sebagai media pengurangan emisi dengan membangun *carbon sink* yang baru, yaitu melalui aktivitas pembuatan hutan tanaman dengan metode pengelolaan yang tepat.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kuantifikasi kandungan karbon pada tegakan jati (*Tectona grandis* LINN) sebagai salah satu jenis unggulan dalam pembagunan hutan tanaman industri.

II. METODOLOGI

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2004, dengan lokasi penelitian adalah hutan tanaman jati Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Perum Perhutani Cepu, Jawa Tengah .

B. Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah tegakan jati, contoh biomassa, dan perlengkapan lapangan. Peralatan lapangan yang digunakan adalah haka, meteran, *GPS* (*Geographic Position System*), dan sebagainya.

C. Rancangan Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan pengamatan terhadap kondisi yang ada dan tidak melakukan perlakuan.

2. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan untuk mengetahui rosot karbon dalam tanaman

adalah dengan pendekatan *IPCC Guidelines* (1995) dalam Retnowati (1998). Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa jumlah karbon yang dapat diserap dan disimpan oleh tanaman sama dengan jumlah karbon yang terdapat dalam biomassa tanaman tersebut.

3. Parameter

Parameter biofisik yang dikumpulkan meliputi :

- Tinggi, diameter tanaman setinggi dada (dbh), dan volume tegakan.
- Berat basah dan berat kering biomassa tanaman.
- Tanaman bawah tegakan.
- Suhu, ketinggian lokasi, curah hujan, debit, dan sedimen.
- Kandungan karbon organik dalam biomassa tegakan, tanah dan sifat-sifat lahan (kedalaman tanah, tekstur, kedalaman perakaran, drainase, lelembut, pH).

4. Pengambilan Data

Untuk mengetahui kuantitas karbon dalam biomassa tegakan/tanaman, diperoleh melalui tahapan sebagai berikut :

- Estimasi volume tegakan, dilakukan dengan mengukur tinggi dan diameter tegakan (dbh), pengambilan contoh yang diukur 1-5% dari populasi tegakan.
- Untuk mengetahui berat basah batang, cabang dan ranting, daun (tajuk), dan akar ditimbang di lapangan.
- Untuk mengetahui berat kering dan kandungan karbon pada batang, dilakukan dengan cara *destructive sampling*, yaitu dengan melakukan penebangan. Pohon yang ditebang mewakili diameter besar, sedang, dan kecil (Morikawa *et al.*, 2001). Setiap pohon terpilih diambil contoh batang setebal lima cm pada segmen batang 0-30 cm, 30-230 cm, 230-430 cm, 430-630 cm, dan seterusnya dari panjang batang.
- Contoh cabang dan ranting diambil pada cabang bagian bawah, tengah, dan bagian atas.

- Contoh daun diambil pada bagian bawah, tengah, dan bagian atas.
- Akar dibongkar dan diambil serta ditimbang secara keseluruhan, kemudian diambil contohnya.
- Berat kering biomassa diperoleh setelah contoh dikeringkan di oven selama 48 jam pada suhu 60°C. Selanjutnya contoh tersebut dianalisis kandungan karbonnya.

5. Pengolahan dan Analisis Data

- Biomassa tegakan dapat diestimasi dari persamaan allometrik (antara dbh dengan total berat kering (BKT) sebagai berikut (Diana *et al.*, 2003) :

$$BKT = a (dbh)^b$$
 di mana a dan b adalah koefisien (Persamaan 1).
- Kuantifikasi pengurangan CO₂ udara oleh tanaman diperoleh dari konversi karbon dalam biomassa tanaman dengan rumus Morikawa (2003) yaitu

$$CO_2 = 44/12 \times C$$
 (Persamaan 2).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Estimasi Kuantifikasi Kandungan Karbon

Dari pengukuran di lapangan pada beberapa kelas umur tegakan jati (*T. grandis*) dan analisis contoh biomassa diperoleh hasil seperti pada Tabel 1.

Untuk memperoleh gambaran kandungan karbon dalam tegakan jati dengan mengoptimalkan data yang ada, yang harus dilakukan adalah :

- Membuat suatu persamaan (*equation*) hubungan antara umur tanaman dengan diameter tanaman sehingga akan diperoleh satu estimasi nilai/besaran diameter pada berbagai umur tegakan. Dari tahap ini diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Y = 2,3939 X^{0,7232}$$
 dengan nilai R² = 0,9791 di mana : X adalah dbh², Y adalah umur tanaman.
- Biomassa tegakan dapat diestimasi dari persamaan allometrik (antara dbh dengan total berat kering (BKT) sebagai berikut :

$BKT = a (dbh^2)^b$, di mana : a dan b adalah koefisien. Dari persamaan tersebut diperoleh suatu persamaan ril sebagai berikut :

$BKT = 0,3511 X^{1,0683}$, di mana X adalah dbh^2 , dengan nilai $R^2 = 0,9574$.

3. Kandungan karbon dalam tegakan dapat diestimasi dari persamaan allometrik (antara dbh dengan total karbon sebagai berikut :

$C = a (dbh^2)^b$, di mana : a dan b adalah koefisien. Dari persamaan tersebut diperoleh suatu persamaan ril sebagai berikut :

$Y = 0,231 X^{1,0388}$, di mana X adalah dbh^2 , dengan nilai $R^2 = 0,9513$.

Dari ketiga persamaan (*equation*) di atas terlihat bahwa ketiga persamaan tersebut memiliki koefisien determinasi

yang tinggi yaitu lebih dari 90%. Hal ini dapat diartikan bahwa ketiga persamaan tersebut dapat digunakan untuk menduga/mengestimasi peubah bebas yang diinginkan dengan cukup akurat. Hasil estimasi dari persamaan hubungan antara umur pohon dengan diameter (dbh) pohon, persamaan hubungan antara diameter (dbh) dengan total berat kering biomasa, dan persamaan hubungan antara diameter (dbh) dengan kandungan karbon disajikan dalam Tabel 2.

Untuk menghitung rata-rata kandungan karbon (*mean increment*) dan penambahan kandungan karbon (*current increment*) per satuan waktu sengaja dihitung bukan per tahun, tetapi per sepuluh tahun (dekade). Hal ini dikarenakan adanya perbedaan jumlah pohon per satuan luas dalam per satuan waktu. Apabila

Tabel (Table) 1. Hasil pengukuran tegakan dan analisis biomassa jati (*T. grandis*) pada berbagai umur tegakan (*Result of stand measurement and teak (T. grandis) biomass on several stand ages*)

No.	Umur (Age) (Tahun/Year)	Diameter (Diameter) (cm)	Berat kering total/pohon (Total dry weight/tree) (kg)	Karbon/pohon (Carbon/tree) (kg)	% karbon (% carbon)
1.	9	11,6	85,86	48,04	55,95
2.	19	18,6	125,04	72,51	57,99
3.	40	39,52	810,87	390,35	48,14
4.	71	48	1709,17	957,48	56,02

Keterangan (*Remark*) : % karbon = jumlah karbon dalam biomassa dalam persen (*% carbon = percentage of carbon content in biomass*)

Tabel (Table) 2. Hasil estimasi diameter, total berat kering biomasa, dan kandungan karbon tanaman jati (*T. grandis*) (*Result of diameter, biomass total dry weight, and carbon content estimation of jati (T. grandis) stand*)

Umur (Age)	Jumlah pohon/ha (Number of tree/ha)	Kelas umur (Age class)	Berat kering total (Total dry weight) kg/ha	Karbon (Carbon) kg/ha	% karbon (% carbon)	Riap rata-rata dekade (Mean decade increment) kg/ha	Riap dekade langsung (Current decade increment) kg/ha
1	3.818	1	8.655,0	5.408,5	56,9	5.408,5	5.408,5
10	913	2	72.625,4	41.137,1	56,6	20.568,2	35.728,6
20	482	3	11.895,6	61.533,8	55,0	20.511,3	20.396,7
30	324	4	140.736,1	76.066,3	54,0	19.016,6	14.532,5
40	243	5	164.634,4	87.897,5	53,4	17.579,5	11.831,2
50	195	6	186.506,2	98.631,2	52,9	16.438,5	10.733,7
60	164	7	207.899,1	109.092,5	52,5	15.584,6	10.461,3
70	142	8	226.424,4	119.077,1	52,1	14.884,6	9.984,6
80	127	9	251.111,4	130.160,2	51,8	14.4622	11.083,0

Keterangan (*Remark*) : % karbon = jumlah karbon dalam biomassa pohon dalam persen (*% carbon = percentage of carbon content in biomass*)

dihitung per tahun akan menghasilkan nilai negatif untuk *current increament* pada umur antara saat adanya perbedaan jumlah tegakan per hektarnya.

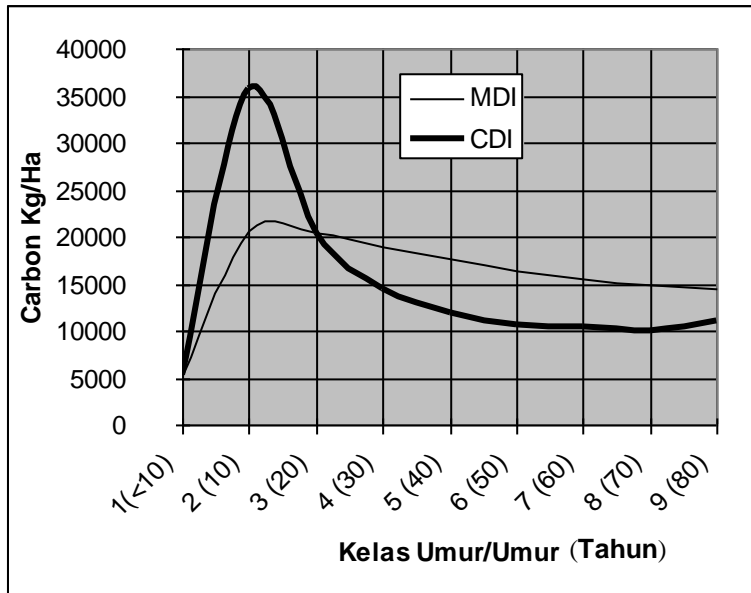
Dengan demikian *Mean Annual Inceament* diganti menjadi *Mean Decade Inceament* dan *Current Annual Inceament* diubah menjadi *Current Decade Inceament*. Jadi, Tabel 2 apabila digambarkan ke dalam bentuk grafik terlihat sebagaimana Gambar 1.

Dari Tabel 2 dan Gambar 1 tersebut terlihat pertambahan karbon per hektar per sepuluh tahun adalah di kelas umur dua atau umur 10 tahun ke atas. Penurunan stok karbon pada kelas umur tersebut lebih tinggi bukan hanya disebabkan

kan pertambahan/riap diameter yang makin kecil tetapi juga disebabkan makin sedikitnya tegakan per hektar pada umur tua. Makin sedikit atau berkurang jumlah pohon per hektar seiring pertambahan umur jati adalah karena dilakukannya penjarangan guna memperbesar diameter. Pengurangan jumlah pohon per hektar tidak mengurangi jumlah serapan karbon per hektar. Hal ini disebabkan adanya peningkatan besar diameter.

B. Kuantifikasi Pengurangan CO₂ Udara

Dari hasil estimasi pada Tabel 1 dan dengan menggunakan rumus persamaan-2 akan diperoleh pengurangan emisi CO₂ udara seperti pada Tabel 3.



Gambar (Figure) 1. Kurva riap MDI dan CDI kandungan karbon dalam tegakan jati (*MDI and CDI curve of carbon content on jati stand*)

Keterangan (Remark) : MDI = Mean Decade Inceament, CDI = Current Decade Inceament

Tabel (Table) 3. Pengurangan emisi CO₂ udara oleh tegakan jati pada berbagai kelas umur (*Emission reduce of air CO₂ by jati stand on several age classes*)

Umur (Age)	Jumlah pohon/ha (Number of trees/ha)	Kelas umur (Age class)	Rata-rata diameter (Diameter average)	Karbon (Carbon) (kg/ha)	Pengurangan CO ₂ udara (Air CO ₂ reduce) (kg/ha)
1	3818	1	2,4	5.408,50	19.831,17
10	913	2	12,7	41.137,10	150.836,03
20	482	3	20,9	61.533,79	225.623,90
30	324	4	28	76.066,31	278.909,80
40	243	5	34,5	87.897,51	322.290,87
50	195	6	40,5	98.631,17	361.647,62
60	164	7	46,2	109.092,49	400.005,80
70	142	8	51,7	119.077,10	436.616,03
80	127	9	56,9	130.160,05	477.253,52

Pada Tabel 3 terlihat bahwa semakin tua umur tegakan jati telah menyebabkan peningkatan pengurangan emisi gas karbon yaitu dari umur muda (1 tahun) sebesar 19,83 ton per hektar meningkat menjadi 477,25 ton per hektar pada umur 80 tahun.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Hubungan antara umur tanaman jati (*Tectona grandis* LINN) dengan diameter mempunyai keeratan yang tinggi yaitu dengan koefisien determinasi sebesar 97,91%.
2. Hubungan antara Berat Kering Total dengan diameter tanaman jati (*Tectona grandis* LINN) mempunyai keeratan yang tinggi yaitu dengan koefisien determinasi sebesar 95,74%.
3. Hubungan antara kandungan karbon dengan diameter tanaman jati (*Tectona grandis* LINN) mempunyai keeratan yang tinggi yaitu dengan koefisien determinasi sebesar 95,13%.
4. Ketiga persamaan dari hasil kajian ini dapat digunakan untuk menduga/mengestimasi peubah bebas yang diinginkan dengan cukup akurat.
5. Umur tegakan jati (*Tectoba grandis* LINN) berkorelasi positif dengan tingkat pengurangan emisi gas karbon.

B. Saran

1. Perlu dilakukan kajian kuantifikasi menggunakan metode selain metode destruktif sehingga kesulitan dalam penebangan dan kendala harga kayu dapat dieliminir.
2. Perlu dilakukan kajian kuantifikasi pada lahan tanaman milik masyarakat pada tingkat pengelolaan yang kurang intensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Diana, R., D. Hadriyanto, M. Hiratsuka, T. Toma, Y. Morikawa. 2003. Carbon Stocks of Fast Growing Tree Species and Baselines After Forest Fire in East Kalimantan, Indonesia. International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring, 12-13 September 2003, Balikpapan.. Universitas Mulawarman.
- Foley, G. 1993. Pemanasan Global. Yayasan Obor. Jakarta.
- Handoko, A. Sugandhy and Gunardi. 1996. Inventory of Greenhouse Gases Emissions and Sinks in Indonesia. The State Ministry of Environment Republic of Indonesia.
- Morikawa, Y. 2003. Manual of Biomass Measurements in Plantation and Regenerated Vegetation. Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center (JIFPRO) - Japan Overseas Plantation Center of Pulpwood (JOPP). Tokyo.
- Morikawa, Y., H. Inoue, M. Yamada, D. Hadriyanto, R. Diana, Marjenah, and M. Fatawi. 2001. Carbon Accumulation of Man-made Forest. In Monsoon Asia in Relation to CDM. Proc. Inter. Workshop BIO-REFOR Tokyo : pp 43-51.
- Murdiyarto, D. 1999. Perlindungan Atmosfer Melalui Perdagangan Karbon : Paradigma Baru dalam Sektor Kehutanan. Orasi Ilmiah. Guru Besar Tetap Ilmu Atmosfer, Fak. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB. Bogor.
- Retnowati, E. 1998. Kontribusi Hutan Tanaman *Eucalyptus grandis* Maiden Sebagai Rosot Karbon di Tapanuli Utara. Buletin Penelitian Hutan 611 : 1-10. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.