

FORMULASI PERSAMAAN ALLOMETRIK UNTUK PENDUGAAN BIOMASSA KARBON JATI (*Tectona grandis* Linn.F) DI JAWA BARAT (*Allometric Equation Formulation for Carbon Biomass Estimation of Teak (*Tectona grandis* Linn.F) in West Java*)

Oleh/By :

Chairil Anwar Siregar

Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi Jl. Gunung Batu No. 5. PO. Box 165 Bogor;

Telp. 0251-633234, 7520067; Fax. 0251-638111; Email: siregarca@yahoo.co.id

Diterima 19 Juni 2012, disetujui 16 Agustus 2012

ABSTRACT

*This study was conducted in West Java, and employing 32 destructive sampling trees to establish allometric equations of *Tectona grandis* for use to estimate the above ground, below ground and total carbon biomass of teak plantation. The allometric equations resulted are $Y = 0,0548 X^{2,5792}$, $R^2 = 0,9772$ (above ground biomass); $Y = 0,0562 X^{2,0293}$, $R^2 = 0,9107$ (below ground biomass); and $Y = 0,0944 X^{2,4578}$, $R^2 = 0,9719$ (total biomass) in which Y is biomass weight and X is tree diameter at breast height (Dbh). By using these equations, the above ground biomass, below ground biomass, and total biomass of *Tectona grandis* trees can be estimated just by merely measuring diameter at breast height of tree stem. These allometric equations are statistically robust and can be implemented to estimate tree biomass in other sites or regions provided that the climatic zone and soil is alike. This study indicated that, in average, most of dry biomass was accumulated in stem (54,73%), followed by roots (19,90%), branch (14,61%), foliage (6,85%), and twigs (3,90%). Maximum total biomass was produced at rate of 71,7 ton C / ha in *Tectona grandis* plantation with diameter range of 21,2-26,2 cm and plant density of 556 trees/ha. This amount is equivalent to carbon conservation as much as 263,29 ton CO₂/ha.*

*Keywords: Allometric equation, carbon biomass, *Tectona grandis*, West Java*

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan di Jawa Barat dan dengan menggunakan 32 pohon contoh destruktif diformulasikan persamaan allometrik yang dapat digunakan untuk estimasi biomassa karbon bagian atas, bagian bawah dan biomassa karbon total pada tegakan *Tectona grandis*. Persamaan allometrik yang dihasilkan adalah $Y = 0,0548 X^{2,5792}$, $R^2 = 0,9772$ (biomassa bagian atas), $Y = 0,0562 X^{2,0293}$, $R^2 = 0,9107$ (biomassa bagian bawah); dan $Y = 0,0944 X^{2,4578}$, $R^2 = 0,9719$ (biomassa total), dimana Y adalah berat biomassa dan X adalah diameter pohon setinggi dada (Dbh). Dengan menggunakan persamaan ini, maka biomassa bagian atas, biomassa bagian bawah, dan biomassa total dari pohon *Tectona grandis* dapat diestimasi hanya dengan menggunakan parameter diameter setinggi dada. Persamaan allometrik ini secara statistik signifikan, dan dapat digunakan untuk menduga besarnya biomassa pohon jati yang tumbuh pada daerah lain dengan kondisi iklim yang sama atau mirip. Sebagian besar biomassa jati dialokasikan ke batang dengan rata-rata persentase sebesar 54,73%. Sisanya secara berurutan didistribusikan ke bagian akar (rata-rata 19,90%), cabang (rata-rata 14,61%), daun (rata-rata 6,85%), dan ranting (rata-rata 3,90%). Nilai tertinggi total biomassa diperoleh pada tegakan *Tectona grandis* dengan rentang diameter 21,2 - 26,2 cm dengan kerapatan 556 pohon/ha, yaitu sebesar 71,7 ton C/ha atau setara dengan konservasi karbon sebesar 263,29 ton CO₂/ha.

Kata kunci: Persamaan allometrik, biomassa karbon, jati, Jawa Barat

I. PENDAHULUAN

Estimasi besarnya biomassa pohon atau hutan adalah hal penting yang perlu dilakukan dalam penghitungan faktor emisi suatu tegakan, dan merupakan data penting untuk mengarahkan kegiatan konservasi yang bertujuan mengendalikan emisi gas rumah kaca (Brown, 2002; Korner, 2005). Oleh karena pengukuran biomassa pohon di lapangan memakan waktu yang lama (terutama untuk mengukur komponen-komponen biomassa pohon seperti daun, cabang dan akar) dan biaya yang tidak sedikit maka hubungan empirik dapat digunakan untuk menduga biomassa total dari peubah biometrik seperti diameter setinggi dada atau tinggi pohon (Pilli *et al.*, 2006; Cordero & Kanninen, 2003).

Sehubungan dengan hal tersebut maka wajar jika pendugaan biomassa pohon dan hutan telah menjadi topik penelitian untuk jangka waktu lama seperti yang telah dilakukan oleh Kunze pada tahun 1873 dan Burger pada tahun 1929 (Fehrmann & Kleinn, 2006). Krisnawati *et al.* (2012) telah mengkompilasi 807 model allometrik biomassa dan model allometrik volume pohon di beberapa tipe ekosistem hutan. Sejumlah 437 model allometrik untuk menduga komponen-komponen biomassa pohon dan 370 model allometrik untuk menduga beberapa tipe volume pohon. Hampir di semua tipe ekosistem hutan utama di Indonesia sudah tersedia model allometrik biomassa dan atau volume pohon meskipun penyebarannya belum merata di seluruh pulau besar di Indonesia. Dengan demikian penelitian penyusunan model persamaan allometrik untuk pendugaan biomassa suatu jenis pohon pada suatu tipe ekosistem ini masih diperlukan untuk memperkaya data yang ada di seluruh penjuru nusantara.

Jati (*Tectona grandis* Linn. f.) merupakan salah satu jenis kayu tropis berkualitas tinggi dan penting di pasar internasional. Memiliki daya tahan tinggi dan nilai estetika yang baik menjadikan jati (*T. grandis*) sebagai salah satu jenis kayu paling bernilai untuk diusahakan dalam hutan tanaman. Jati memiliki laju pertumbuhan yang mengesankan (10,2 - 23,8 m³/ha/tahun) ketika ditanam pada tapak tumbuh yang sesuai (Pandey & Brown, 2000; Bermejo *et al.*, 2004). Kondisi inilah yang mendorong banyak pihak terus bergerak melakukan pengembangan hutan tanaman jati. Selain menghasilkan prospek

ekonomi dalam investasi kayu, meningkatnya luas hutan tanaman jati di Indonesia juga memberikan prospek baik bagi upaya pengurangan emisi gas karbondioksida.

Emisi dari deforestasi dan degradasi hutan adalah hasil dari kombinasi aktivitas masyarakat dan kepentingan politik yang kuat dan sering ditujukan untuk memanfaatkan hasil hutan untuk keuntungan komersial belaka. Sekitar 7,3 juta hektar hutan tropis dunia telah terdegradasi setiap tahun (FAO, 2005). Mengingat fakta ini, pihak yang menandatangani konvensi tentang perubahan iklim dan Protokol Kyoto telah memperkenalkan mekanisme yang dapat membantu negara-negara berkembang untuk mengurangi emisi dari deforestasi dan untuk meningkatkan penyerapan karbon yaitu mekanisme *Reduced Emissions from Deforestation* (RED) yang diusulkan pada UNFCCC COP 11 di Montreal pada tahun 2005. Mekanisme sebelumnya dikenal sebagai *Afforestation and Reforestation Clean Development Mechanism* (A/R CDM) dibawah Protokol Kyoto.

Penelitian ini dirancang untuk memformulasikan persamaan allometrik tanaman jati yang dapat digunakan untuk keperluan estimasi kandungan biomassa dan karbon hutan tanaman jati. Persamaan allometrik yang dihasilkan merupakan persamaan yang menggambarkan hubungan antara variabel diameter pohon setinggi dada dengan biomassa pohon bagian atas, biomassa pohon bagian bawah (akar) dan biomassa total.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Hutan tanaman jati (*T. grandis*) yang digunakan dalam penelitian ini berada di tiga lokasi di Jawa Barat sebagai berikut: 1). Hutan tanaman jati yang berada di bawah pengelolaan Perum Perhutani Resort Pemangkuan Hutan (RPH) Gadung, Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Banjar Utara, Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Ciamis, Jawa Barat. Jenis tanah di lokasi ini adalah ultisols dengan iklim tipe A dan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 2500 mm. Pohon jati yang tumbuh di lokasi penelitian ini berumur antara 6-7 tahun (populasi 1111 pohon/ha), 9 tahun (populasi 833 pohon/ha), dan 12-15 tahun (populasi 556 pohon/ha). Tapak

tumbuhnya berada pada topografi bergelombang. 2). Hutan tanaman jati di Ciampea, Kabupaten Bogor yang dikelola oleh Koperasi Perumahan Wanabakti Nusantara (KPWN), Kementerian Kehutanan RI. Umur pohon jati di daerah ini adalah 1, 2, dan 3 tahun dengan kerapatan 1000 pohon/ha. 3). Hutan tanaman jati di Parung, Kabupaten Bogor. Tegakan jati pada tapak ini berumur empat tahun dengan kerapatan 1000 pohon/ha. Tapak tumbuhnya berada pada topografi datar. Jenis tanah di lokasi kedua dan ketiga adalah oxisols dengan iklim tipe A dan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 3500 mm.

B. Prosedur Penelitian

Persamaan allometrik yang disusun untuk menduga kandungan biomassa karbon jati (*T. grandis*) di Jawa Barat ini menggunakan metode *destructive sampling* seperti yang telah dikembangkan oleh JIFPRO (2000), Siregar (2007) dan Siregar (2011). Sebanyak 32 pohon dengan kisaran diameter antara 4,8 - 26,2 cm ditebang untuk pengukuran biomassa di atas permukaan tanah yang meliputi batang, cabang, ranting dan daun. Diantara pohon contoh, 9 pohon juga dibongkar akarnya untuk pengukuran biomassa akar. Melalui perbandingan biomassa pucuk dan akar maka diketahui nilai rasio yang dapat digunakan untuk mengkonversi biomassa akar dari pohon contoh yang tidak dibongkar akarnya. Persamaan allometrik disusun dalam bentuk fungsi pangkat dengan model umum $Y = a (DBH)^b$, dimana Y = peubah tak bebas (biomassa), DBH = diameter setinggi dada sebagai peubah bebas, a = koefisien model allometrik, b = eksponen model allometrik. Besarnya kandungan karbon ditentukan dengan cara mengalikan nilai dugaan biomassa dengan konstanta 0,5. Nilai koefisien determinasi (R^2) digunakan sebagai salah satu parameter untuk menentukan apakah model persamaan allometrik yang terbentuk sudah baik atau belum. Untuk mendapatkan gambaran distribusi biomassa karbon dari pohon jati yang diteliti maka rentang diameter pohon sampel yang ditebang dibuat menjadi lima kelas diameter sebagai berikut: 4,8-9,0 cm, 9,1-13,0 cm, 13,1-17,0 cm, 17,1-21,0 cm, dan 21,1-26,2 cm.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Nisbah Biomassa Bagian Atas dan Biomassa Akar Jati

Biomassa merupakan salah satu parameter pertumbuhan pohon yang dapat digunakan untuk penilaian beberapa aspek penting yang terkait dengan kelestarian suatu ekosistem dan keseimbangan lingkungan, misalnya kandungan karbon, energi, dan unsur hara (Sharma, 2009). Karenanya, data mengenai biomassa pada suatu jenis pohon sangat menarik untuk dicermati dan dibahas. Secara umum biomassa dari 32 pohon jati yang ditebang mengalami penambahan seiring dengan meningkatnya kelas diameter batang. Biomassa pohon bagian atas tanah berkisar antara 8,5 - 216,4 kg, sedangkan biomassa akar berkisar antara 3,0 - 41,6 kg. Rincian besarnya biomassa pohon bagian atas, biomassa akar dan nisbah pucuk akar pada lima kelas diameter disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Perbandingan antara biomassa bagian atas (batang, cabang, ranting, dan daun) dengan biomassa bagian bawah (akar) disebut dengan istilah nisbah biomassa pucuk-akar. Informasi ini menggambarkan distribusi biomassa dalam satu pohon secara keseluruhan. Nilai nisbah pucuk akar ini menjadi sesuatu yang sangat penting, oleh karena faktanya, pengukuran biomassa bagian bawah (akar) di lapangan merupakan suatu kegiatan yang sangat sulit dilakukan.

Sementara itu, secara umum, data yang mudah didapatkan adalah data biomassa bagian atas. Dengan kata lain, bahwa nilai nisbah biomassa pucuk-akar yang ada dari suatu jenis pohon, merupakan suatu hal yang sangat penting dalam menduga biomassa bagian bawah dimana hanya nilai biomassa bagian atas yang tersedia. Dengan demikian, kontribusi dari biomassa bagian bawah terhadap konservasi karbon dapat diduga secara tepat dan mudah.

Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai nisbah biomassa pucuk-akar dari *T. grandis* rata-rata berada pada kisaran 2,9 sampai 5,3 (Tabel 1). Nilai nisbah biomassa pucuk-akar pada jati yang diteliti secara umum meningkat dengan bertambahnya kelas diameter batang. Nisbah biomassa pucuk-akar agak sedikit menurun pada tegakan dengan kelas diameter 17,1- 21,0 cm.

Tabel 1. Biomassa bagian atas, biomassa akar, dan nisbah pucuk-akar pada hutan tanaman jati (*T. grandis*), Provinsi Jawa Barat

Table 1. Above ground biomass, root biomass, and top-root ratio of teak (*T. grandis*), West Java Province

Kelas diameter (Diameter class) (cm)	Biomassa bagian atas (Aboveground biomass) (kg)	Biomassa akar (Root biomass) (kg)	Nisbah pucuk-akar (Top-root ratio)
4,8-9,0	8,5	3,0	2,9
9,1-13,0	32,3	8,9	3,6
13,1-17,0	69,5	14,0	5,3
17,1-21,0	96,1	20,9	4,8
21,1-26,2	216,4	41,6	5,3
Rata-rata (Average)	84,6	17,7	4,4

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan meningkatnya nilai nisbah biomasa pucuk akar dengan makin tingginya kelas diameter tegakan jati. Tingginya nilai nisbah pucuk akar menunjukkan relatif intensifnya pertumbuhan bagian atas pohon pada saat pertumbuhan akar mengalami penurunan. Fakta ini menunjukkan bahwa biomasa yang diproduksi selama proses pertumbuhan dan perkembangan pohon sebagian besar dialokasikan pada pertumbuhan batang, cabang, ranting dan daun dengan mengurangi pertumbuhan akar.

Nisbah biomassa pucuk-akar jati pada penelitian ini memiliki kemiripan pola dengan hasil penelitian Kraenzel *et al.* (2003) yang mencoba menghubungkan antara nilai nisbah akar-pucuk dengan umur pohon. Hasil penelitian Kraenzel *et al.*

(2003) menunjukkan, dalam bentuk nilai nisbah pucuk-akar, adanya peningkatan secara progressif seiring dengan meningkatnya umur pohon. Nilai nisbah pucuk-akar pada umur 4 tahun sebesar 2,4, kemudian pada umur 9 tahun nilai nisbah pucuk-akar naik menjadi 5 yang selanjutnya pada umur 20 tahun, nilai nisbah pucuk-akar menjadi 5,5. Kecenderungan nilai nisbah pucuk-akar tersebut ternyata dipengaruhi oleh umur pohon atau besaran diameter pohon setinggi dada.

B. Distribusi Biomassa Jati (*T. grandis*)

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa sebagian besar biomassa pohon didistribusikan di bagian batang (rata-rata 54,73 kg), kemudian secara berturutan, akar (rata-rata 19,90 kg), cabang (rata-rata 14,61 kg), daun (rata-

Tabel 2. Distribusi biomassa bagian pohon jati menurut kelas diameter

Table 2. Biomass distribution of teak tree based on diameter class

Kelas Diameter (Diameter class) (cm)	Biomassa (Biomass) (kg)					
	Akar (Root)	Batang (Stem)	Cabang (Branch)	Ranting (Twigs)	Daun (Foliage)	Total (Total)
4,8-9,0	3,04	6,53	0,99	0,00	0,98	11,54
9,1-13,0	8,92	19,96	7,71	0,89	3,73	41,20
13,1-17,0	14,03	48,61	13,11	2,65	5,11	83,52
17,1-21,0	20,91	60,47	21,69	5,82	8,11	116,99
21,1-26,2	41,64	156,12	26,98	24,76	8,56	258,06
Rata-rata (Average)	17,71	58,34	14,10	6,82	5,30	102,26

rata 6,85 kg), dan ranting (rata-rata 3,90 kg). Rincian distribusi biomassa jati untuk setiap bagian pohon pada setiap kelas diameter disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan persentase biomassa per pohon, komposisi distribusi biomassa jati ke setiap bagian pohon dapat tergambarkan di dalam grafik yang disajikan pada Gambar 1.

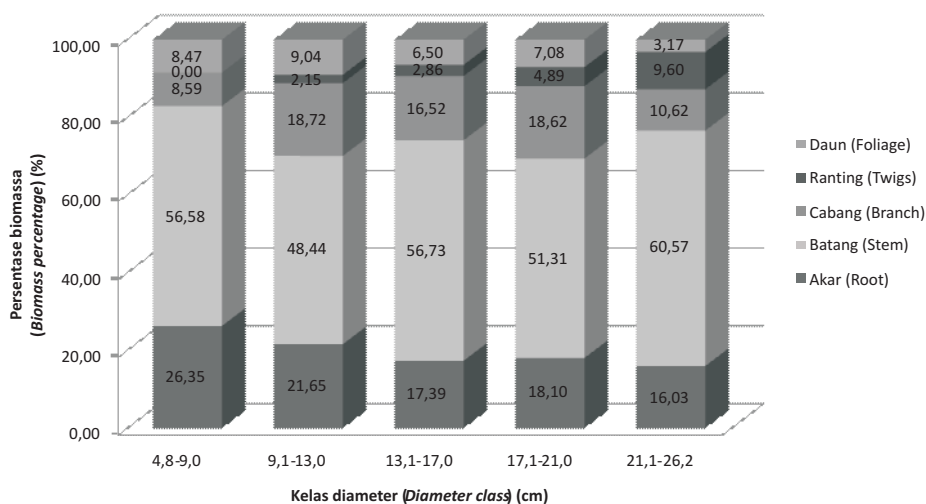
Seperti disajikan pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa biomassa jati meningkat seiring dengan meningkatnya kelas diameter. Sebagian besar biomassa jati tersebut dialokasikan ke batang dengan rata-rata persentase sebesar 54,73%. Sisanya secara berurutan didistribusikan ke bagian akar (rata-rata 19,90%), cabang (rata-rata 14,61%), daun (rata-rata 6,85%) dan ranting (rata-rata 3,90%). Cordero & Kanninen (2003) juga menemukan bahwa jika biomassa akar diabaikan, sebagian besar biomassa didistribusikan ke bagian batang (80%) dan selanjutnya diikuti oleh cabang (16%) dan daun (4%).

Berdasarkan Grafik pada Gambar 1 secara umum dapat diketahui bahwa distribusi biomassa akar menurun seiring dengan meningkatnya kelas diameter pohon. Hal ini terjadi sebagai konsekuensi dari pertumbuhan dan perkembangan pohon di bagian atas tanah. Perhatikan bahwa keragaman besarnya persentase komposisi biomassa yang didistribusikan ke setiap bagian pohon pada 5 kelas diameter tidaklah sama. Menurut Vieira *et al.* (2004), ada sejumlah faktor yang mempengaruhi perbedaan struktur biomassa pada beberapa tapak yakni: panjang dan intensitas musim kemarau,

ketersediaan sinar matahari, perbedaan karakteristik tanah, perbedaan bentuk gangguan, perbedaan komposisi jenis dan tingkat kelembaban tanah. Selanjutnya dengan memasukkan nilai kerapatan pohon per hektar maka dapat diketahui besarnya potensi kandungan biomassa jati per hektar seperti disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan data pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa secara keseluruhan biomassa total dari pohon jati yang diteliti berkisar antara 11,5 ton/ha hingga 143,5 ton/ha. Hal menarik dari data distribusi biomassa tersebut adalah data pada kelas diameter 21,1-26,2 cm yang tetap mengalami peningkatan biomassa (tertinggi) meskipun kerapatan pohonnya telah berkurang 55,6 % dari kerapatan awalnya. Hal ini dapat terjadi sebagai konsekuensi dari pertumbuhan dan perkembangan dimensi batang jati.

Melalui kegiatan penjarangan, pohon-pohon jati yang tidak ditebang akan memiliki ruang tumbuh dan tapak tumbuh lebih lapang sehingga mengurangi terjadinya kompetisi baik diantara pohon jati atau tumbuhan bawah. Kondisi ini merupakan kondisi yang cukup baik bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga biomassa yang dihasilkan pun bertambah banyak. Dengan demikian petani tanaman jati rakyat akan mendapatkan dua manfaat umum secara langsung. Manfaat pertama adalah mendapat kayu hasil penjarangan yang dapat dijual atau dikonsumsi sendiri. Manfaat kedua adalah tegakan tinggal jati akan dapat tumbuh secara optimal.



Gambar 1. Grafik persentase distribusi biomassa jati (*T. grandis*) menurut kelas diameter
 Figure 1. Percentage of teak (*T. grandis*) biomass distribution based on diameter class

Tabel 3. Biomassa setiap bagian pohon jati (*T. grandis*) per hektar di Jawa Barat

Table 3. Biomass of every part of teak (*T. grandis*) per hectare in West Java

Kelas diameter (Diameter class) (cm)	Umur (Age) (tahun) (year)	Kerapatan pohon (Tree density) (pohon/ha) (tree/ba)	Biomassa (Biomass) (ton/ha)					
			Akar (Root)	Batang (Stem)	Cabang (Branch)	Ranting (Twigs)	Daun (Foliage)	Total (Total)
4,8-9,0	1,7	1000	3,0	6,5	1,0	0,0	1,0	11,5
9,1-13,0	3,1	1000	8,9	20,0	7,7	0,9	3,7	41,2
13,1-17,0	5,5	1009	14,2	49,0	13,2	2,7	5,2	84,3
17,1-21,0	5,0	1056	22,1	63,9	22,9	6,1	8,6	123,5
21,1-26,2	13,0	556	23,2	86,8	15,0	13,8	4,8	143,5
Rata-rata (Average)	5,7	924	14,3	45,2	12,0	4,7	4,6	80,8

C. Model Persamaan Allometrik Jati (*T. grandis*)

Ada tiga model persamaan allometrik jati yang dihasilkan seperti disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

Dengan menggunakan persamaan ini, maka biomassa bagian atas, biomassa bagian bawah dan biomassa total dari pohon *Tectona grandis* dapat diduga hanya dengan pengukuran diameter setinggi dada. Persamaan allometrik ini secara statistik shahih (nilai R^2 di atas 90%) dan dapat digunakan untuk menduga besarnya biomassa pohon jati yang tumbuh pada daerah lain dengan kondisi iklim yang sama atau mirip. Penggunaan satu peubah bebas (diameter) untuk penyusunan persamaan allometrik bukanlah hal baru. Hal ini seperti telah diungkapkan Negi *et al.* (1995) yang menyatakan bahwa diameter setinggi dada (DBH) dapat digunakan sebagai suatu parameter yang valid untuk pendugaan biomassa jati dan pendaman karbon.

Persamaan allometrik merupakan metode yang efektif untuk menduga biomassa pohon secara akurat. Namun demikian biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan persamaan ini cukup besar (MacDicken, 1997). Allometrik menyajikan hubungan antara pertumbuhan dari bagian yang berbeda (organ) pada pohon. Sebagai contoh, jika hubungan antara diameter setinggi dada dan total biomassa sudah diketahui, maka akan menjadi mudah untuk menduga total biomassa tegakan hutan. Hanya dengan melakukan pengukuran diameter setinggi dada dari masing-masing pohon, maka estimasi jumlah biomassa dan kandungan karbon pada suatu tegakan hutan dapat dilakukan.

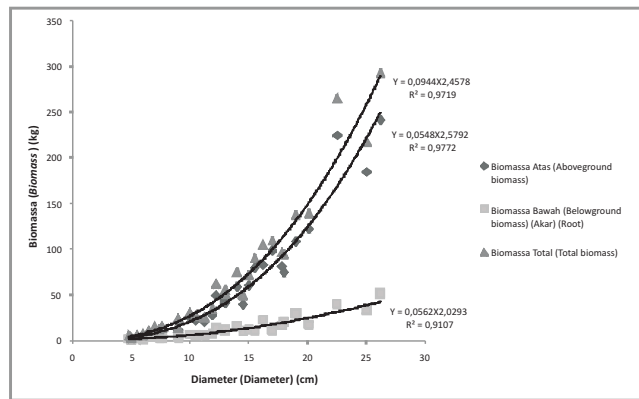
Persamaan allometrik *T. grandis* yang dihasilkan dari kegiatan ini dapat digunakan secara tepat, akan tetapi dalam penerapannya harus memperhatikan bahwa persamaan ini dibuat dengan menggunakan diameter setinggi dada pada rentang 4,8 cm sampai dengan 22,6 cm. Persamaan allometrik yang dihasilkan adalah $Y = 0,0548 X^{2,5792}$, $R^2 = 0,9772$

Tabel 4. Model persamaan allometrik untuk pendugaan biomassa bagian atas tanah, biomassa bagian bawah, dan biomassa total pada jati (*T. grandis*) di Jawa Barat

Table 4. Allometric equation for aboveground biomass, belowground biomass, and total biomass estimation of teak (*T. grandis*) in West Java

Biomassa (Biomass)	Peubah bebas (Independent variable) (X)	Konstanta (Constants)		R^2
		a	b	
Bagian atas (Aboveground)	DBH (cm)	0,0548	2,5792	0,9772
Bagian bawah (Belowground)	DBH (cm)	0,0562	2,0293	0,9107
Total (Total)	DBH (cm)	0,0944	2,4578	0,9719

Keterangan (Remarks): DBH = Diameter setinggi dada (Diameter at breast height)



Gambar 2. Persamaan allometrik untuk pendugaan biomassa total, biomassa bagian atas, dan biomassa bagian bawah jati (*T. grandis*) di Jawa Barat

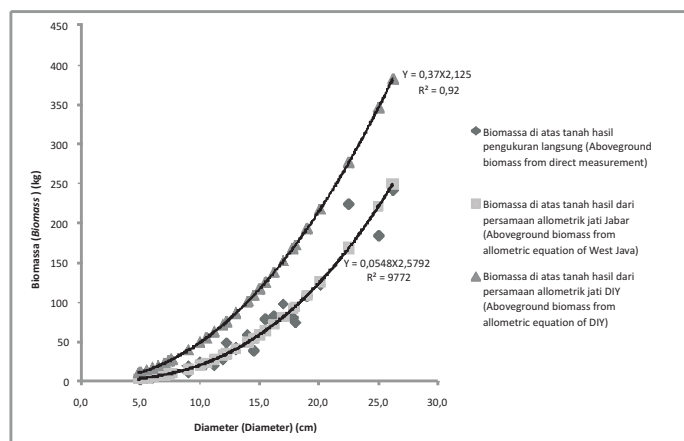
Figure 2. Allometric equation for total biomass, aboveground biomass, and belowground biomass estimation for teak (*T. grandis*) in West Java

untuk pendugaan biomassa bagian atas tanah; $Y = 0,0562 X^{2,0293}$, $R^2 = 0,9107$ untuk pendugaan biomassa bagian bawah (akar); dan $Y = 0,0944 X^{2,4578}$, $R^2 = 0,9719$ untuk pendugaan biomassa total. Grafik ketiga model persamaan allometrik jati disajikan pada Gambar 2.

D. Perbandingan dengan Persamaan allometrik Jati di Daerah Istimewa Yogyakarta

Persamaan allometrik pada penelitian ini selanjutnya dibandingkan dengan persamaan allometrik yang disusun oleh Aminuddin (2008) untuk pendugaan biomassa bagian atas jati (*T. grandis*) yang tumbuh di Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Perbandingan kedua persamaan ini dilakukan untuk melihat keceratan

kedua persamaan di dalam menduga kandungan biomassa bagian atas jati jika dibandingkan dengan biomassa bagian atas aktual (hasil pengukuran dari *destructive sampling*). Secara sederhana, perbandingan kedua persamaan allometrik tersebut dilakukan dengan cara memasukkan nilai diameter setinggi dada (DBH) ke dalam persamaan allometrik Yogyakarta ($Y = 0,370(\text{DBH})^{2,125}$) dan Jawa Barat ($Y = 0,0562 X^{2,0293}$) dan membandingkan hasilnya dengan nilai berat biomassa bagian atas hasil pengukuran dari kegiatan pengukuran langsung (*destructive sampling*). Grafik yang menunjukkan perbandingan antara nilai dugaan biomassa bagian atas yang dihasilkan dari persamaan allometrik Yogyakarta dengan persamaan allometri dari Jawa Barat disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan antara model persamaan allometrik jati (*T. grandis*) di Jawa Barat dengan jati di Yogyakarta

Figure 3. Graph comparison between the teak (*T. grandis*) allometric equation resulted in West Java and Yogyakarta

Persamaan allometrik jati (*T. grandis*) - Yogyakarta menghasilkan nilai dugaan biomassa bagian atas dengan simpangan total dan rata-rata simpangan terhadap nilai aktual biomassa bagian atas masing-masing sebesar 1476,10 kg dan 46,13 kg. Adapun simpangan total dan rata-rata simpangan yang dihasilkan dari persamaan allometrik jati (*T. grandis*) Jawa Barat masing-masing sebesar -15,85 kg dan -0,5 kg. Secara umum dapat dikatakan bahwa persamaan allometrik jati Jawa Barat lebih mendekati nilai aktualnya dibanding persamaan allometrik jati yang dihasilkan dari Yogyakarta. Menurut Chave *et al.* (2005) dan Raison *et al.* (2009), perbedaan dua model persamaan allometrik secara garis besar terkait dengan perbedaan beberapa informasi yang perlu diperhatikan didalam penyusunan persamaan allometrik yakni jenis vegetasi (spesifik jenis, kelompok jenis, campuran jenis), metode sampling, jumlah dan keterwakilan pohon sampel, jumlah dan ukuran plot inventarisasi dan koreksi bias dalam penerapan persamaan.

Terkait dengan perbedaan 2 model persamaan allometrik tersebut, Krisnawati (2010) menyarankan agar persamaan allometrik seharusnya tidak digunakan untuk menduga biomassa di luar rentang data/ukuran pohon yang digunakan untuk menyusun persamaan. Hal ini perlu diperhatikan untuk mendapatkan nilai dugaan biomassa dengan tingkat keakuratan dan kevalidan yang tinggi.

E. Analisis Pendaman Biomassa dan Karbon Jati (*T. grandis*)

Persamaan allometrik tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung potensi pendaman biomassa dan karbon pada tegakan jati (*T. grandis*) yang tumbuh di tiga lokasi di Jawa Barat. Dengan mengalikan besaran biomassa dengan konstanta 0,5, maka besarnya pendaman biomassa dan karbon per hektar dapat diketahui seperti tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Pendaman biomassa dan karbon jati (*T. grandis*) pada 5 kelas diameter di Jawa Barat
 Table 5. Accumulation of Biomass and Carbon of teak (*T. grandis*) based on 5 diameter classes in West Java

Kelas diameter (Diameter class) (cm)	Umur (Age) (tahun) (year)	Kerapatan pohon (Tree density) (pohon/ha) (tree/ha)	Biomassa (<i>Biomass</i>) (ton/ha)			Karbon (Carbon) (ton C/ha)		
			Atas (above)	Bawah (below)	Total (total)	Atas (above)	Bawah (below)	Total (total)
4,8-9,0	1,7	1000	8,5	3,0	11,5	4,3	1,5	5,8
9,1-13,0	3,1	1000	32,3	8,9	41,2	16,1	4,5	20,6
13,1-17,0	5,5	1009	70,1	14,2	84,3	35,1	7,1	42,1
17,1-21,0	5,0	1056	101,5	22,1	123,5	50,7	11,0	61,8
21,1-26,2	13,0	556	120,3	23,2	143,5	60,2	11,6	71,7
Rata-rata (Average)	5,7	924	66,5	14,3	80,8	33,3	7,1	40,4

Berdasarkan data pada Tabel 5, secara garis besar dapat diketahui bahwa pendaman karbon total berkisar antara 5,8 - 71,7 ton C/ha. Nilai tertinggi total biomassa diperoleh pada tegakan *Tectona grandis* dengan rentang diameter 21,2 - 26,2 cm dengan kerapatan 556 pohon/ha, yaitu sebesar 71,7 ton C/ha atau setara dengan konservasi karbon sebesar 263,29 ton CO₂/ha.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Persamaan allometrik yang dihasilkan untuk tegakan *Tectona grandis* dari kegiatan ini adalah $Y = 0,0548 X^{2,5792}$, $R^2 = 0,9772$ (biomassa bagian atas); $Y = 0,0562 X^{2,0293}$, $R^2 = 0,9107$ (biomassa bagian bawah); dan $Y = 0,0944 X^{2,4578}$, $R^2 = 0,9719$ (biomassa total). Dengan menggunakan persamaan ini, maka biomassa bagian atas,

biomassa bagian bawah dan biomassa total dari pohon *Tectona grandis* dapat diduga hanya dengan pengukuran diameter setinggi dada. Persamaan allometrik ini secara statistik signifikan dan dapat digunakan untuk menduga besarnya biomassa pohon jati yang tumbuh pada daerah lain dengan kondisi iklim yang sama atau mirip.

2. Nilai tertinggi total biomassa diperoleh pada tegakan *Tectona grandis* dengan rentang diameter 21,2 - 26,2 cm dengan kerapatan 556 pohon/ha, yaitu sebesar 71,7 ton C/ha atau setara dengan konservasi karbon sebesar 263,29 ton CO₂/ha.

B. Saran

Penelitian allometrik jati yang tumbuh di daerah geografis lain, perlu terus dilakukan untuk memperkaya data sehingga persamaan allometrik jati yang lebih universal dan akurat dapat dihasilkan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Aminuddin, S. 2008. Kajian potensi cadangan karbon pada pengusahaan hutan rakyat: (studi kasus Hutan Rakyat Desa Dengok, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunung Kidul). Thesis Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bermejo, I., I. Canellas. & A.S. Miguel. 2004. Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 189: 97-110.
- Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environ. Pollut.* 116, 363-372.
- Cordero, L.D.P & M. Kanninen. 2003. Aboveground biomass of *Tectona grandis* plantation in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science* 15 (1): 199-213.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M.A. Cairans, 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 & T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *J Oecologia* 145: 87-99.
- Fehrmann, L & C. Kleinn. 2006. General considerations about the use of allometric equations for biomass estimation on the example of Norway spruce in central Europe. *Forest Ecology and Management* 236: 412-421.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2005. Global forest resource assessment 2005: progress toward sustainable forest management. FAO Forestry Paper 147, FAO, Rome, Italy. 320p.
- [JIFPRO] Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center. 2000. Manual of Biomass Measurements in Plantation and in Regenerated Vegetation. Japan.
- Kraenzel, M., A. Castillo., T. Moore. & C. Potvin. 2003. Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. *Forest Ecology and Management* 173: 213-225.
- Korner, C. 2005. Slow in, rapid out-carbon flux studies and Kyoto targets. *Science* 300, 12421243.
- Krisnawati H. 2010. Status Data Stok Karbon dalam Biomas Hutan di Indonesia In: REDD+ & Forest Governance. Editor: N. Masripatin dan C. Wulandari. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan - Kementerian Kehutanan Republik Indonesia.
- Krisnawati, H., W.C. Adinugroho & R. Imanuddin. 2012. Monograf: Model-model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor. Indonesia.
- MacDicken, K. 1997. A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects. Winrock International, Arlington, VA, USA.
- Negi, M.S., V.N. Tandon. & H. S. Rawat. 1995. Biomass and nutrient distribution in young teak (*Tectona grandis*) plantations in Tarai Region of Uttar Pradesh. *Indian Forester* 121 (6): 455 - 463.

- Pandey, D. & C. Brown. 2000. Teak: a global overview. *Unasylva*, 51(201): 3-13.
- Pilli R, T. Anfodillo. & M. Carrer. 2006. Towards a functional and simplified allometry for estimating forest. *Forest Ecology and Management* 237(1-3): 583-593.
- Raison J., R. Waterworth. & A. Twomey. 2009. Guidelines for evaluation and use of allometric equations and biomass C data sourced from the review of available information.
- Sharma, D.P. 2009. Biomass distribution in subtropical forests of Solan Forest Division (HP). *Indian Journal of Ecology* 36 (1): 1-5.
- Siregar, C.A. 2007. Pendugaan biomasa pada hutan tanaman Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) dan konservasi karbon tanah di Cianten, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 4 No. 3.
- Siregar, C.A. 2011. Develop Forest Carbon Standard and Carbon Accounting System for Small-scale Plantation Based on Local Experiences. Indonesia's Ministry of Forestry - International Tropical Timber Organization. RED-PD 007/09 Rev.2 (F).
- Vieira, S., P.B. de Camargo., D. Selhorst., R. da Silva., L. Hutyra., J.Q. Chambers., I.F. Brown., N. Higuchi., J. dos Santos., S.C. Wofsy., S.E. Trumbore. & L.A. Martinelli. 2004. Forest structure and carbon dynamics in Amazonian tropical rain forests. *Oecologia* 140: 468-479.