

**INVENTORE BIOMASA DAN KARBON JENIS JATI (*Tectona grandis* L.f.)
DI HUTAN RAKYAT DESA JATIMULYO, KARANGANYAR****RIS HADI PURWANTO¹ & MELIKARIES SILABAN²**¹Bagian Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta²Alumni Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

E-mail: risuhadi@yahoo.com

ABSTRACT

Forests store biomass and carbon in the form of living trees, forest floor detritus (e.g. litter falls), soil and wood products. This study describes inventory results of the above ground biomass of teak (*Tectona grandis* L.f.) in the community forest of Jatimulyo Village, Karanganyar District. By developing allometric method, the inventory was designed to estimate the potential of above ground biomass of teak in the community forest. To establish the allometric equations, 410 sample trees were measured to determine the relationships between tree height (*H*) and diameter of breast height (*D*). Ten trees of various sizes were cut to measure the above ground biomass (stem, branch and leaves). The results showed that diameter at breast height (about 1.3 m above the ground, *D*) was a good predictor of tree height (*H*) with r^2 more than 0.8886. When *D* was combined with *H*, r^2 was improved somewhat for the stem, branch and total above ground biomass, suggesting the growth patterns of tree dimensions were closely interdependent. Carbon storage of the teak forests was based on the assumption that carbon (*C*) concentration was 50% of the biomass. A standing stock of the above ground biomass of teak in the community forests of Jatimulyo Village was then inventoried based on the allometric relations. Results showed that the above ground biomass of teak in these community forests were 27.064 ton/ha, equal to 13.532 ton carbon/ha, with a basal area of 6.1526 m²/ha. Based on the carbon stock and basal area, the teak community forests of Jatimulyo Village are categorized as having low stand potential.

Keywords: Above ground biomass and carbon, teak, community forests, allometric

INTISARI

Hutan menyimpan biomasa dan karbon dalam bentuk pepohonan hidup, bagian organ tumbuhan yang sudah mati yang berada di lantai hutan (misalnya seresah), tanah, dan hasil kayu. Kajian ini memaparkan hasil inventore biomassa bagian organ tanaman jati (*Tectona grandis* L.f.) di atas permukaan tanah (above ground biomass) yang tumbuh di lahan hutan rakyat Desa Jatimulyo, Kabupaten Karanganyar. Diawali dengan penyusunan allometrik, kegiatan inventore dilakukan untuk menaksir potensi biomassa organ tanaman jati di atas permukaan tanah yang tumbuh di lahan hutan rakyat tersebut. Untuk menyusun persamaan allometrik, sebanyak 410 pohon diukur untuk menentukan hubungan antara tinggi pohon (*H*) dan diameter batang setinggi dada (*D*). Sepuluh pohon sampel dengan ukuran yang bervariasi ditebang dan berat biomassa masing-masing organ tanaman di atas permukaan tanah (batang, cabang dan daun) diukur. Hasil penyusunan allometrik ini menunjukkan bahwa diameter batang setinggi dada (± 1.3 meter di atas permukaan tanah, *D*) merupakan penduga yang baik untuk tinggi pohon (*H*) dengan nilai koefisien determinasi r^2 diatas 0,8886. Ketika parameter *D* dikombinasi dengan *H*, nilai r^2 semakin meningkat untuk biomasa batang, cabang dan total biomasa di atas permukaan tanah; menandakan bahwa pola pertumbuhan antar dimensi pohon saling mempengaruhi secara kuat (closely interdependent). Simpanan karbon tegakan jati di hutan rakyat ini diukur dengan asumsi bahwa kadar karbon (*C*) sebesar 50% dari berat biomasanya. Simpanan biomasa hidup dari

organ tanaman jati bagian di atas permukaan tanah yang tumbuh di hutan rakyat Desa Jatimulyo ini selanjutnya diinventore dengan menggunakan berbagai persamaan allometrik yang telah disusun. Hasil inventore menunjukkan bahwa total biomasa di atas permukaan tanah untuk tegakan jati yang tumbuh di lahan hutan rakyat Desa Jatimulyo sebesar 27,064 ton/ha, setara dengan simpanan karbon sebesar 13,532 ton/ha, dengan luas bidang dasar sebesar 6,1526 m²/ha. Berdasarkan nilai simpanan karbon dan luas bidang dasarnya, potensi tegakan jati yang tumbuh di hutan rakyat Desa Jatimulyo dikategorikan rendah.

Kata Kunci: Biomasa dan karbon di atas permukaan tanah, jati, hutan rakyat, allometrik

PENDAHULUAN

Salah satu isu global tentang lingkungan dewasa ini adalah meningkatnya jumlah gas karbon dioksida (CO₂) dan gas-gas beracun lainnya di atmosfer yang dapat berpengaruh terhadap perubahan iklim (Brown *et al.*, 1989). Para ilmuwan pengkaji lingkungan meyakini bahwa kontribusi gas CO₂ di atmosfer jumlahnya paling banyak (dominan) sebagai akibat peningkatan aktivitas manusia terhadap hutan. Meningkatnya konsentrasi gas CO₂ di atmosfer secara langsung dapat mempengaruhi konsentrasi gas rumah kaca (*greenhouse effect*) yang antara lain berdampak pada perubahan pola dan jumlah curah hujan, naiknya air laut dan timbulnya berbagai pengaruh aspek ekologi lainnya yang bisa membahayakan kehidupan manusia di muka bumi (Freedman, 1989). Freedman *et al.* (1992) melaporkan bahwa perubahan kadar gas CO₂ di atmosfer diyakini sebagai akibat aktivitas manusia dalam hal emisi gas CO₂ melalui: (i) pembakaran material yang mengandung karbon (C) untuk menghasilkan energi dan (ii) konversi ekosistem alamiah yang mengandung material karbon tinggi yaitu hutan menjadi ekosistem dengan kandungan/kadar karbon yang lebih rendah yaitu ekosistem pertanian. Perubahan ekosistem dari lahan hutan menjadi lahan pertanian sangat berpengaruh terhadap kadar CO₂ di atmosfer bumi karena sebagian besar material organik C dari hutan pada akhirnya akan dioksidasi

menjadi CO₂ di saat kegiatan pembersihan lahan (*land clearing*) dan penebangan hutan.

Penanaman hutan baik di kawasan hutan negara maupun di lahan milik rakyat/komunal mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi gas CO₂ dari atmosfer selama proses fotosintesis dan menyimpannya sebagai material organik dalam bentuk biomassa (karbon) tumbuhan yang tersimpan dalam jaringan-jaringan organ tanaman hidup (seperti akar, batang, cabang, daun), seresah, karbon organik tanah dan hasil kayu lainnya. Biomassa tumbuhan adalah total berat kering tumbuhan hutan per unit lahan pada kurun waktu tertentu yang biasanya dinyatakan dalam satuan kg/m² atau ton/ha (Whittaker & Marks, 1975). Biomasa tumbuhan hutan sangat dipengaruhi oleh umur tegakan, sejarah tegakan, praktek-praktek silvikultur, kondisi tapak (*site condition*), temperatur dan curah hujan (Lugo & Snedaker, 1974; Komiyama *et al.*, 1988).

Di era perubahan iklim global (*global climate change*) sekarang ini keberadaan hutan rakyat menjadi sangat penting sehubungan dengan meningkatnya kebutuhan manusia terhadap hasil hutan baik kayu maupun hasil hutan non kayu (*non wood forest product*) seperti hutan sebagai penyerap dan penyimpan karbon (*carbon sink*). Hutan rakyat adalah tanaman pohon-pohonan yang tumbuh di atas lahan hak milik (Simon, 1998). Hutan rakyat mempunyai peran penting antara lain sebagai

penyangga ekosistem desa, konservasi lingkungan dan sumbangan pendapatan pemerintah baik tingkat daerah maupun nasional (Awang, 2005).

Salah satu jenis tanaman kayu-kayuan yang biasa ditanam di lahan hutan rakyat adalah jenis jati (*Tectona grandis* L.f). Tanaman jati banyak dikembangkan di lahan hutan rakyat karena jati mempunyai banyak keunggulan, antara lain relatif kuat dan awet sebagai kayu pertukangan, mudah diolah, mempunyai corak warna yang menarik, cabang dan rantingnya dapat digunakan sebagai kayu bakar dan mempunyai harga jual relatif tinggi. Sejauh ini penelitian-penelitian yang terkait dengan potensi hutan rakyat dalam menghasilkan kayu perkakas dan kayu bakar relatif banyak dilakukan, namun penelitian yang mengkaji potensi hutan rakyat sebagai penyimpan karbon (*carbon sink*) dalam rangka mengurangi akumulasi gas CO₂ dari atmosfer nampaknya belum banyak dilakukan.

Menurut Anonim (2010a), dalam rangka mendukung penerapan program *Reducing Emission from Deforestation and forest Degradation Plus* (REDD+), pengukuran karbon hutan idealnya dilakukan secara komprehensif pada unit lahan yang sama, meliputi biomasa di atas dan bawah tanah (*above and below ground biomass*), tumbuhan bawah (*shrubs*), pohon yang mati/nekromasa (*dead wood/necromass*), seresah (*litter fall*), bahan organik tanah (*soil organic carbon*), dan kayu yang dipanen dari lahan tersebut (*harvested wood products*). Dengan keterbatasan waktu, biaya dan tenaga dalam penelitian akan dikaji potensi hutan rakyat dalam menyimpan karbon terutama untuk jenis tanaman jati di hutan rakyat Desa Jatimulyo, Karanganyar, Jawa Tengah.

Metode yang biasa dilakukan untuk pengukuran biomasa atau karbon hutan adalah metode allometrik. Metode allometrik merupakan metode pengukuran

pertumbuhan tanaman yang dinyatakan dalam bentuk hubungan-hubungan eksponensial atau logaritma antar organ tanaman yang terjadi secara harmonis dan perubahan secara proporsional (Parresol, 1999). Metode allometrik ini dapat digunakan untuk menaksir besarnya potensi biomasa atau karbon suatu tegakan hutan yang kondisinya masih berdiri (*standing stock*).

Untuk menyusun persamaan-persamaan allometrik, maka pohon-pohon contoh yang akan diukur biomasa atau karbonnya biasanya ditebang dan dilakukan pengukuran secara intensif pada bagian-bagian pohon seperti batang, cabang/ranting, daun dan akarnya. Biomasa batang, cabang, daun maupun akar berfungsi sebagai variabel bergantung (*dependent variables*) yang dapat dihubungkan dengan variabel-variabel bebas (*independent variables*) seperti diameter batang dan tinggi pohon (Whittaker *et al.*, 1975).

Secara umum, bentuk persamaan allometrik dituliskan sebagai berikut (Ogawa *et al.*, 1965; Whittaker & Marks, 1975; Watanabe, 1999).

$$Y = aX^b \quad \dots (1)$$

Keterangan:

Y = variabel bergantung (dalam hal ini berupa volume kayu perkakas atau kayu bakar)

X = variabel bebas (dalam hal ini berupa diameter batang atau tinggi pohon)

a,b = konstanta

Martin *et al.*, (1998) menyatakan bahwa persamaan allometrik dapat digunakan untuk menghubungkan antara diameter batang dengan tinggi pohon atau variabel lainnya seperti volume pohon, biomassa pohon dan kandungan karbon pada tegakan hutan yang masih berdiri (*standing stock*) melalui kegiatan inventore hutan. Berdasarkan pengalaman dari para peneliti, dilaporkan bahwa persamaan allometrik hasilnya akan akurat apabila variabel bebasnya dinyatakan dalam formulasi volume pohon yang

direpresentasikan dalam bentuk $D^2.H$ (Jones, 1979). Untuk itu dalam penelitian ini akan dipaparkan hasil inventore biomassa dan karbon hutan rakyat untuk jenis jati.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan lokasi penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman jati (*Tectona grandis* L.f.) yang tumbuh di atas lahan hutan milik rakyat (hutan rakyat) di Desa Jatimulyo, Kecamatan Jatipuro, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Penelitian dilaksanakan dari bulan November 2007 sampai dengan Februari 2008 bertepatan pada musim hujan.

Tahapan penelitian

1. Pengukuran diameter batang setinggi dada (D) dan tinggi tanaman (H)

Jumlah tanaman sampel yang digunakan untuk menyatakan hubungan antara diameter batang (D) dengan tinggi tanaman jati (H) sebanyak 410 pohon dengan ukuran diameter batang bervariasi dari 1 cm hingga 69 cm.

2. Pemilihan pohon sampel untuk penyusunan allometrik

Sepuluh tanaman jati dengan ukuran diameter batang bervariasi (8,5 - 41,0 cm) digunakan sebagai sampel untuk penyusunan allometrik biomasa di atas tanah (batang, cabang dan daun). Kesepuluh sampel tanaman jati tersebut diukur diameter batang setinggi dada (D), ditebang dari pangkal batangnya dan diukur panjang pohon saat rebah untuk mengetahui tinggi pohon totalnya (H). Setiap pohon yang telah ditebang dipisahkan menurut bagian-bagian organ tanaman khususnya bagian atas tanah (batang, cabang/ranting dan daun). Berat basah total tiap-tiap organ tanaman ditimbang, selanjutnya diambil sampel tiap-tiap bagian organ tanaman tersebut untuk

dikeringkan sampai mencapai berat kering konstan.

3. Inventore untuk mengukur potensi biomasa dan karbon hutan rakyat

Persamaan allometrik biomassa batang, cabang, daun dan total biomasa di atas tanah yang diperoleh selanjutnya diaplikasikan di lapangan melalui kegiatan inventore. Dengan pertimbangan kondisi hutan rakyat di Desa Jatimulyo yang relatif homogen, dipilih 12 responden pemilik hutan rakyat yang mempunyai luas lahan bervariasi dari 0,04 - 0,25 ha. Inventarisasi tanaman jati di hutan rakyat milik responden berupa penghitungan jumlah pohon dan pengukuran diameter batang setinggi dada (setinggi 130 cm dari permukaan tanah). Berdasarkan data diameter batang ini selanjutnya dapat ditaksir tinggi total tanaman, luas bidang dasar (lbds), biomasa batang, biomasa cabang, biomasa daun dan biomasa totalnya (batang, cabang dan daun).

Analisis data

1. Hubungan antara diameter batang setinggi dada (D) dengan tinggi total pohon (H)

Data yang diperoleh dari pengukuran tinggi total tanaman (H, dalam m) dan diameter batang setinggi dada (D, dalam cm) sebanyak 410 tanaman sebagai sampel dianalisis untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel tersebut dengan sebuah persamaan hiperbolik yang diajukan oleh Ogawa dan Kira (1977) sebagai berikut :

$$\frac{1}{H} = \frac{1}{AD^h} + \frac{1}{H_{\max}} \quad \dots (2)$$

Keterangan:

- H = tinggi pohon dinyatakan dalam meter;
D = diameter batang setinggi dada (130 cm dari atas tanah dalam satuan cm);
A, h, H_{max} = koefisien-koefisien spesifik (*specific coefficients*) untuk hutan yang bersangkutan, H_{max} ini juga menyatakan tinggi pohon maksimum yang dapat dicapai dalam tegakan hutan tersebut.

2. Luas bidang dasar (basal area)

Pengukuran luas bidang dasar individu tanaman jati dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$Lbds = \frac{1}{4} \pi d^2 \quad \dots (3)$$

Keterangan:

Lbds = luas bidang dasar (m²)

D = diameter batang (cm)

π = 3,14

3. Kandungan biomassa

Kandungan biomassa tiap organ pohon (batang, cabang, daun) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Bo = \frac{Bks}{Bbs} \times Bbt \quad \dots (4)$$

Keterangan:

Bo = biomasa organ tanaman (bisa berupa batang, cabang atau daun, dalam satuan kg)

Bks = berat kering konstan sampel (gram)

Bbs = berat basah sampel (gram)

Bbt = berat basah total organ tiap pohon (kg)

Selanjutnya disusun persamaan allometrik untuk menghubungkan antara berat biomasa tiap-tiap organ tanaman yang diperoleh (biomasa batang, cabang, daun, total) dengan ukuran diameter batang (D) dan tinggi pohon totalnya (H). Bentuk persamaan yang diajukan adalah sebagaimana yang disarankan oleh Jones (1979) sebagai berikut:

$$S = a(D^2.H)^b \quad \dots (5)$$

$$WB = a(D^2.H)^b \quad \dots (6)$$

$$WL = a(WS)^b \quad \dots (7)$$

$$TAGB = a(D^2.H)^b \quad \dots (8)$$

Keterangan:

WS = *stem dry weigh*, biomasa batang (kg)

WB = *branch dry weigh*, biomasa cabang (kg)

WL = *leaves dry weigh*, biomasa daun (kg)

TAGB = *total above ground biomass*, biomasa total (batang, cabang dan daun, dalam kg)

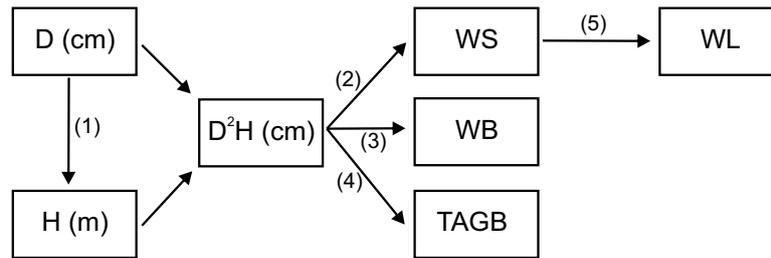
D = diameter batang setinggi dada (cm)

H = tinggi total pohon (m)

4. Kandungan karbon

Kandungan karbon di dalam material organik kering (*dry organic matter*) atau biomasa untuk jenis tanaman dapat diukur secara langsung melalui pembakaran sampel di dalam alat analisa karbon (*carbon analyzer*), seperti yang dilaporkan oleh Kraenzel *et al.*, (2003) untuk biomasa jati. Mereka mendapatkan angka rata-rata kandungan karbon pada spesies jati sebesar 49,5% dari total biomasa jati and 43,3%, dari biomasa seresah jati. Peneliti lain menggunakan konsentrasi karbon sebesar 45,5% dari berat biomasanya (Ni, 2003). Sebagian besar para peneliti menggunakan angka asumsi sebesar 50% untuk mengukur kandungan karbon dari berat biomasanya (Johnson & Sharpe, 1982; Freedman *et al.*, 1992; Schroeder, 1992; Coomes *et al.*, 2002; Meer *et al.*, 2002; Fukuda *et al.*, 2003). Oleh karena itu dalam kajian ini juga menggunakan angka asumsi 50% untuk menaksir kandungan karbon dari berat biomasanya.

Secara sederhana, proses penentuan biomasa batang (WS), biomasa cabang (WB) dan biomasa total (TAGB) melalui penaksiran tinggi pohon (H) dan pengukuran diameter batang setinggi dada (D), serta penentuan biomasa daun (WL) dari biomasa batangnya dapat dijelaskan melalui diagram sebagaimana yang terlihat pada Gambar 1. Pengujian kecermatan hasil perhitungan terhadap persamaan-persamaan allometrik yang terbentuk tersebut digunakan pedoman berupa koefisien determinasi (r², dalam persen) yang menyatakan besarnya persen penyimpangan di dalam nilai variabel bergantung (*dependend variables*) yang dapat diterangkan oleh variabel bebas (*independent variables*).



Gambar 1. Diagram penaksiran biomassa batang (WS), biomassa cabang (WB), dan biomassa total (TAGB) melalui pengukuran diameter batang setinggi dada (D) dan tinggi total pohon (H) serta penaksiran biomassa daun (WL) dari biomassa batangnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

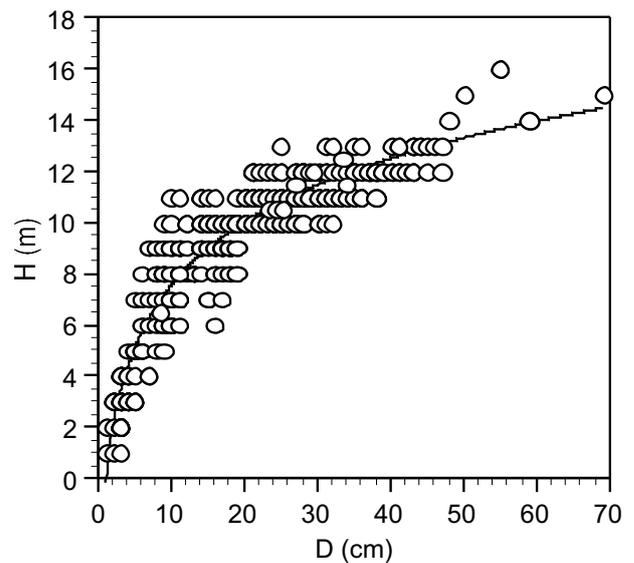
Hubungan antara tinggi dan diameter batang tanaman jati di desa jatimulyo

Hasil analisis terhadap 410 individu tanaman sampel menunjukkan bahwa hubungan antara diameter batang setinggi dada (D) dan tinggi (H) tanaman jati dapat dinyatakan dalam bentuk kurva hiperbolik sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Hubungan hiperbolik ini dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\frac{1}{H} = 0,4487 \frac{1}{D} + \frac{1}{15,6} \quad \dots (9)$$

$$(m, cm, n = 410, r^2 = 0,8886)$$

H adalah variabel tinggi pohon total dalam satuan meter (m), D adalah variabel diameter batang setinggi dada dalam satuan centimeter (cm), n adalah banyaknya sampel individu pohon yang digunakan dalam penyusunan model persamaan tersebut. Berdasarkan perhitungan dan analisis data, nilai koefisien determinasi (r^2) yang diperoleh dari model persamaan tersebut di atas sebesar 88,86 %, artinya bahwa lebih dari 88 % variasi tinggi tanaman jati dapat dijelaskan oleh variabel diameter batang setinggi dada. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa diameter batang setinggi dada merupakan penduga yang sangat baik untuk menaksir tinggi tanaman jati yang tumbuh di atas lahan hutan rakyat di Desa Jatimulyo.



Gambar 2. Hubungan antara pertumbuhan diameter batang setinggi dada (D) dan tinggi total tanaman jati (H) di hutan rakyat Desa Jatimulyo, Karanganyar.

Persamaan allometrik untuk mengukur biomassa batang, cabang dan daun tanaman jati

Hasil perhitungan biomassa batang (WS), cabang (WB), daun (WL) dan totalnya (TAGB) untuk tiap-tiap tanaman jati sebanyak 10 sampel dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa ukuran diameter batang jati yang biasa ditebang oleh masyarakat di Desa Jatimulyo 8,5 - 41,0 cm (rata-rata 25,8 cm). Diameter batang minimal kayu perkakas di Desa Jatimulyo sebesar 8,5 cm lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran kayu perkakas jati menurut tabel WvW yaitu sebesar 7 cm yang biasa diistilahkan dengan kayu tebal (*Vdk*). Tinggi

tanaman jati berkisar antara 6,5 - 13,0 m (rata-rata 10,7 m). Rata-rata biomasa batang, cabang, daun dan total per pohon berturut-turut sebesar 216,0 kg (73,90%), 72,2 kg (24,70%), 4,1 kg (1,40%) dan 292,3 kg (100%). Hasil pengukuran biomasa bagian atas tanah (*above ground biomass*) menunjukkan bahwa sebagian besar biomasa atas tanah terakumulasi pada organ batang (74%), selebihnya disimpan di bagian cabang (24,70%) dan sisanya dalam jumlah yang sangat kecil (kurang dari 2,0%) disimpan pada organ daun. Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel 1 dapat dibuat hubungan allometrik antara $D^2.H$ sebagai variabel bebas (*independent variables*) dengan biomasa batang (WS), biomasa cabang (WB) dan biomasa total (TAGB) sebagai variabel bergantung (*dependent variables*), sedangkan biomasa daun (WL) ditaksir dari biomasa batangnya (WS). Hubungan allometrik biomasa batang, cabang, daun dan totalnya terlihat pada Gambar 3 dengan persamaan yang terbentuk sebagai berikut:

$$WS = 0,0126(D^2H)^{1,0640} \quad \dots (10)$$

$n = 10 \quad r^2 = 0,9618$

$$WB = 1,3049 \times 10^{-3}(D^2H)^{1,2027} \quad \dots (11)$$

$n = 10 \quad r^2 = 0,9420$

$$WL = 0,2002WS^{0,5739} \quad \dots (12)$$

$n = 10 \quad r^2 = 0,8112$

$$TAGB = 0,0149(D^2H)^{1,0834} \quad \dots (13)$$

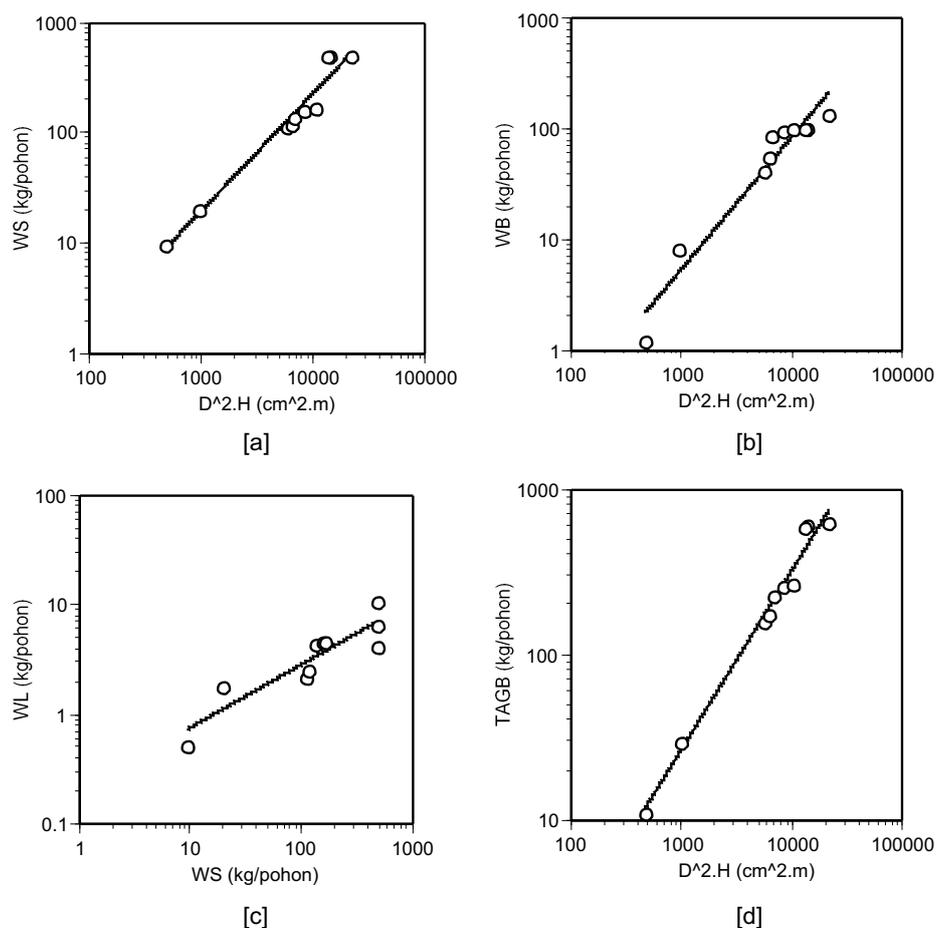
$n = 10 \quad r^2 = 0,9813$

WS, WB, WL, TAGB berturut-turut menyatakan biomassa batang, cabang, daun dan total yang diperoleh dari satu batang pohon, dalam satuan kilogram (kg); D adalah variabel diameter batang setinggi dada dalam satuan centimeter (cm); H adalah variabel tinggi pohon total dalam satuan meter (m); n adalah banyaknya sampel individu pohon yang digunakan dalam penyusunan model persamaan tersebut. Berdasarkan perhitungan dan analisis data, nilai koefisien determinasi (r^2) yang diperoleh dari

masing-masing model persamaan diatas adalah 94,20% - 98,13 % untuk biomasa batang, cabang dan totalnya, artinya bahwa lebih dari 94% variasi biomasa batang, cabang dan total tanaman jati dapat dijelaskan oleh variabel diameter batang dan tinggi pohon. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa diameter batang dan tinggi pohon merupakan penduga yang sangat baik untuk menaksir biomasa batang, cabang dan total biomasa tanaman jati. Untuk hal yang sama, lebih dari 80% variasi biomasa daun dapat dijelaskan oleh biomasa batangnya.

Potensi hutan rakyat jenis tanaman jati di Desa Jatimulyo

Kegiatan inventore dalam penelitian ini dilakukan pada 12 responden pemilik hutan rakyat yang lahannya relatif banyak ditanami jenis jati. Data yang diambil dalam inventore hutan ini meliputi identitas responden pemilik hutan rakyat, luas lahan, penghitungan jumlah pohon dan pengukuran diameter batang tanaman jati. Tinggi tanaman jati dihitung dengan persamaan 9; luas bidang dasar dihitung dengan persamaan 3; biomassa batang, cabang, daun dan total tiap individu tanaman jati berturut-turut dihitung dengan persamaan 10, 11, 12, dan 13. Hasil perhitungan biomasa batang, cabang, daun dan totalnya pada kedua belas responden disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa rata-rata luas kepemilikan lahan hutan rakyat di Desa Jatimulyo adalah 0,15 ha dengan variasi kepemilikan berkisar antara 0,04 ha sampai 0,25 ha, rata-rata jumlah pohon per hektar adalah 218 pohon. Secara umum, bila dilihat dari segi luasan dan jumlah pohon berkayu yang tumbuh di lahan hutan rakyat Desa Jatimulyo belum memenuhi kriteria hutan rakyat yang dikeluarkan oleh Anonim (1995), bahwa suatu lahan dapat disebut sebagai hutan rakyat apabila luas minimal lahan 0,25 ha dengan penutupan lahan oleh tajuk tanaman kayu-kayuan lebih dari 50% dan/atau



Gambar 3. Hubungan antara D^2H dengan biomassa batang, cabang dan total (a, b, d) serta hubungan antara biomassa batang dengan biomassa daun (c) tanaman jati di hutan rakyat Desa Jati-mulyo, Karanganyar.

Tabel 1. Biomassa batang, cabang, dan daun yang diperoleh tiap-tiap sampel tanaman jati

No.	D (cm)	H (m)	$D^2.H$ ($cm^2.m$)	WS (kg)	WB (kg)	WL (kg)	TAGB (kg)
1	8,5	6,5	470	9,6	1,2	0,5	11,3
2	11,0	8,0	968	19,7	7,8	1,8	29,3
3	23,3	10,5	5.700	111,2	41,5	2,1	154,8
4	24,5	10,5	6.303	117,2	54,3	2,5	174,0
5	25,3	10,5	6.721	137,8	8,5	4,4	227,2
6	27,0	11,5	8.384	158,4	95,4	4,5	258,3
7	29,5	12,0	10.443	162,0	98,0	4,5	264,5
8	33,5	12,5	14.028	481,6	100,5	10,7	592,8
9	34,0	11,5	13.294	481,3	102,0	6,4	589,7
10	41,0	13,0	21.853	480,9	136,2	4,0	621,1
Rerata	25,8	10,7	-	216,0	72,2	4,1	292,3

Keterangan: D = diameter batang setinggi dada/diameter batang pada ketinggian 1,30 m dari permukaan tanah; H = tinggi total ; WS = *stem dry weight*,/biomassa batang; WB = *branch dry weight*/ biomassa cabang; WL = *leaf dry weight*,/biomassa daun; TAGB = *total above ground biomass*,/biomassa atas tanah (jumlah biomassa batang, cabang dan daun)

Tabel 2. Biomassa atas tanah jenis jati di hutan rakyat Desa Jatimulyo, Karanganyar

No. urut responden	Luas (ha)	Jumlah pohon	D (cm)	H (m)	Lbds (m ²)	WS (kg)	WB (kg)	WL (kg)	TAGB (kg)
1	0,10	13	16,3	10,3	0,3286	1.067,627	371,192	28,927	1.467,746
2	0,20	88	20,4	11,5	3,0783	10.287,580	360,506	257,217	14.165,302
3	0,15	19	16,9	11,0	0,4399	1.328,313	428,150	42,702	1.799,165
4	0,05	32	18,7	11,2	0,9299	2.974,122	1.005,441	83,119	4.062,682
5	0,25	42	18,3	11,0	1,2383	4.062,530	1.415,177	106,993	5.584,700
6	0,20	61	16,7	10,9	1,3704	4.106,408	1.314,756	134,368	5.555,531
7	0,04	13	17,5	10,8	0,3690	1.231,521	442,055	31,303	1.704,879
8	0,25	33	14,9	10,5	0,5956	1.707,296	530,622	62,044	2.299,962
9	0,15	40	19,4	11,3	1,2630	4.116,354	1.412,693	109,644	5.638,692
10	0,05	9	20,6	11,3	0,3480	1.209,406	440,809	27,270	1.677,486
11	0,10	24	16,4	10,9	0,5237	1.563,779	500,135	51,628	2.115,541
12	0,25	16	20,0	11,4	0,5285	1.731,455	596,533	45,479	2.373,467
Jumlah	1,79	390			11,3490	36.469,447	12.449,468	1.010,490	49.929,405
B : ton/ha		218	18,2	11,1	6,1526	19,769	6,748	0,548	27,064
C : ton/ha						9,884	3,374	0,274	13,532

Keterangan: D = diameter batang setinggi dada/diameter batang pada ketinggian 1,30 m dari permukaan tanah; H = tinggi total; Lbds = luas bidang dasar; WS = *stem dry weight*/biomassa batang; WB = *branch dry weight*/biomassa cabang; WL = *leaf dry weight*/biomassa daun; TAGB = *total above ground biomass*,/biomassa atas tanah (jumlah biomassa batang, cabang dan daun); B = biomassa tegakan; C = karbon tegakan (50% B)

pada tanah pertanian dengan jumlah tanaman berkayu minimal sebanyak 500 tanaman tiap hektarnya. Rata-rata total biomassa jati di atas tanah di hutan rakyat Desa Jatimulyo sebesar 27,064 ton/ha, ekuivalen dengan 13,532 ton karbon/ha. Angka ini masih tergolong rendah bila mengacu pada Anonim (2010b) yang menyebutkan bahwa lahan mempunyai stok karbon tinggi bila nilainya diatas 100 t C/ha, bernilai sedang bila stock karbon berkisar antara 35 - 100 t C/ha, dan stock karbon rendah bila stok karbon dibawah 35 t C/ha. Rata-rata luas bidang dasar (lbds) pohon jati yang tumbuh di atas lahan hutan rakyat di Desa Jatimulyo sebesar 6,1526 m²/ha. Djuwadi (2002) mengklasifikasikan hutan rakyat menjadi lima kategori berdasarkan nilai luas bidang dasarnya, yaitu hutan rakyat kategori sangat jarang (lbds 0-4 m²/ha); jarang (lbds 4-8 m²/ha); sedang (lbds 8-12 m²/ha); rapat (lbds 12-16 m²/ha dan sangat rapat (lbds lebih besar dari 16 m²/ha). Berdasarkan kriteria luas bidang dasarnya, kondisi hutan rakyat di Desa Jatimulyo tergolong jarang bila hanya berfokus pada jenis tanaman jatinya saja. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa selain jati, juga dijumpai jenis

tanaman lainnya seperti mahoni (*Swietenia mahagoni*), melinjo (*Gnetum gnemon*) dan akasia (*Acacia auriculiformis*). Untuk itu perhitungan luas bidang dasar, jumlah pohon maupun stok karbon per hektar di hutan rakyat seyogyanya untuk seluruh jenis pepohonan yang tumbuh di lahan hutan rakyat. Hal ini sesuai dengan karakteristik hutan rakyat yang biasa dikembangkan masyarakat pada umumnya yaitu bersifat polikultur (banyak jenis), bukan monokultur (satu jenis).

KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Ukuran kayu perkakas jenis jati (*Tectona grandis* L.f.) yang biasa digunakan oleh masyarakat Desa Jatimulyo adalah kayu yang mempunyai ukuran diameter batang minimal 8,5 cm; dibawah 8.5 cm biasanya digunakan sebagai kayu bakar.
2. Tinggi tanaman jati yang tumbuh di lahan hutan rakyat Desa Jatimulyo dapat ditaksir dengan mengukur diameter batangnya. Persamaan yang terbentuk dari hubungan antara tinggi (H) dan diameter batang (D) tanaman jati adalah:

$$\frac{1}{H} = 0,4487 \frac{1}{D} + \frac{1}{15,6}$$

(m, cm, n = 410, r² = 0,8886)

3. Biomasa individu tanaman jati di atas tanah (*above ground biomass*) yang tumbuh di hutan rakyat Desa Jatimulyo dapat dihitung dengan persamaan allometrik sebagai berikut:

$$WS = 0,0126(D^2H)^{1,0640} \quad n = 10 \quad r^2 = 0,9618$$

$$WB = 1,3049 \times 10^{-3}(D^2H)^{1,2027} \quad n = 10 \quad r^2 = 0,9420$$

$$WL = 0,2002WS^{0,5739} \quad n = 10 \quad r^2 = 0,8112$$

$$TAGB = 0,0149(D^2H)^{1,0834} \quad n = 10 \quad r^2 = 0,9813$$

4. Hasil inventore jenis tanaman jati yang tumbuh di hutan rakyat Desa Jatimulyo menunjukkan luas kepemilikan lahan hutan rakyat relatif rendah (rata-rata hanya 0,15 ha), jumlah pohon 218/ha, luas bidang dasar 6,1526 m²/ha, biomassa total di atas tanah 27,064 ton/ha ekuivalen dengan 13,532 ton C/ha.
5. Bila hanya berfokus pada tanaman jatinya saja, kondisi hutan rakyat di Desa Jatimulyo tergolong kriteria jarang dengan stok karbon rendah.

Saran

Rumus-rumus allometrik yang terbentuk dalam penelitian ini tergolong rumusan yang sederhana, mudah diaplikasikan di lapangan dan hasilnya akurat. Oleh karena itu masyarakat yang ingin menaksir besarnya biomasa batang, cabang, daun dan totalnya untuk jenis tanaman jati yang tumbuh di lahan hutan rakyat Desa Jatimulyo, Karanganya, Jawa Tengah, disarankan menggunakan rumus-rumus allometrik tersebut. Sebagai kelengkapan data untuk mendukung penerapan REDD+, pengukuran karbon hutan hendaknya dilakukan secara komprehensif pada unit lahan yang sama, meliputi biomasa di atas dan bawah tanah (*above and below ground biomass*), tumbuhan bawah (*shrubs*), pohon yang

mati/nekromasa (*dead wood/necromass*), seresah (*litter fall*), bahan organik tanah (*soil organic carbon*), dan kayu yang dipanen dari lahan tersebut (*harvested wood products*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.1995. *Hutan Rakyat*. Departemen Kehutanan. Republik Indonesia. Jakarta.
- Anonim. 2010a. Pedoman Pengukuran Karbon Untuk Mendukung Penerapan REDD+ di Indonesia. Tim Perubahan Iklim Badan Litbang Kehutanan. Bogor.
- Anonim. 2010b. Strategi Nasional REDD+. Revisi Tanggal 23 September 2010. Jakarta.
- Awang SA. 2005. Prinsip Dasar Analisis Kelembagaan dalam Usaha Perhutanan Rakyat. Dalam San Afri Awang (ed.) Seri Bunga Rampai Hutan rakyat : Petani, Ekonomi dan Konservasi (Aspek Penelitian dan Gagasan). Debut Press. Yogyakarta
- Brown S, Gillespie AJR & Lugo AE. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *For. Sci.* **35(4)**: 881-902.
- Coomes DA, Allen RB, Scott NA, Gouling C & Beets P. 2002. Designing systems to monitor carbon stocks in forests and shrub-lands. *For. Ecol. Manage.* **164**: 89-108.
- Djuwadi. 2002. *Pengusahaan Hutan Rakyat*. Buku Kuliah Pengelolaan Hutan Rakyat. Fakultas KehutananUGM. Yogyakarta
- Freedman B. 1989. *Environmental ecology*. Academic Press, San Diego, CA. 424 pp.
- Freedman B, Meth F & Hickman C. 1992. Temperate forest as a carbon-storage reservoir for carbon dioxide emitted by coal-fired generating stations. A case study for New Brunswick, Canada. *For. Ecol. Manage.* **55**: 15-29.
- Fukuda M, Iehara T & Matsumoto M. 2003. Carbon stock estimates for sugi and hinoki forests in Japan. *For. Ecol. Manage.* **184**: 1-16.
- Johnson WC & Sharpe DM. 1982. The ratio of total to merchantable forest biomass and its application to the global carbon budget. *Can. J. For. Res.* **13**: 372-383.
- Jones G. 1979. *Topics in applied geography vegetation productivity*. Longman London and New York.

- Komiyama A, Moriya H, Prawiroatmodjo S, Toma M & Ogino K. 1988. Forest as an ecosystem, its structure and function: 2. Primary productivity of mangrove forest. In: Ogino, K and Chihara, M. (eds.). *Biological System of Mangroves: A Report of East Indonesian Mangrove Expedition 1986*, 97-106. Ehime University, Japan.
- Kraenzel M, Castillo A, Moore T & Potvin C. 2003. Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. *For. Ecol. Manage.* **173**: 213-225.
- Lugo AE & Snedaker SC. 1974. The ecology of mangroves. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **5**:39-65.
- Martin JG, Kloeppel BD, Schaefer TL, Kimbler DL & McNutly SG. 1998. Aboveground Biomass and Nitrogen Allocation of Ten Deciduous Southern Appalachian Tree Species. *J. For. Res.* **28**: 1648-1659.
- Meer PJ, Jorritsma ITM & Kramer K. 2002. Assessing climate change effects on long-term forest development: adjusting growth, phenology, and seed production in a gap model. *For. Ecol. Manage.* **162**: 39-52.
- Ni J. 2003. Net primary productivity in forests of China: scaling-up of national inventory data and comparison with model predictions. *For. Ecol. Manage.* **176**: 485-495.
- Ogawa H, Yoda K, Ogino K & Kira T. 1965. Comparative Ecological Studies on Three Main Types of Forest Vegetation in Thailand: Plant Biomass. *Nature and Life in Southeast Asia* **4**: 49-80.
- Parresol BR. 1999. Assessing Tree and Stand Biomass: A Review with Examples and Critical Comparisons. *For. Sci.* **45(4)**: 573-593.
- Schroeder P. 1992. Carbon storage potential of short rotation tropical tree plantations. *For. Ecol. Manage.* **50**: 31-41.
- Simon H. 1998. *Pengelolaan Hutan Bersama Rakyat. Teori dan Aplikasi pada Hutan Jati di Jawa*. Bigraf Publishing. Yogyakarta
- Watanabe M. 1999. On the Aboveground Biomass of Four Bamboo Forests in Indonesia. *Bamboo Journal of Japan* **No. 16**: 22-32
- Whittaker RH & Marks PL. 1975. Methods of assessing terrestrial productivity. In Lieth H and Whittaker, R.H., eds., *Primary productivity of the biosphere*. Springer-Verlag, New York. pp. 55-11