

Model Pendugaan Biomassa Dan Karbon Hutan Rakyat Jati Unggul Nusantara

(Kasus Hutan Rakyat Jati Unggul Nusantara (JUN) Umur 5 Tahun
Desa Trosono, Kecamatan Parang Kabupaten Magetan)

Martin Lukito¹⁾, Ahadiati Rohmatiah²⁾,

^{1),2)} Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Merdeka Madiun
email : martin_lukito@yahoo.co.id : aha.adna@gmail.com

Abstract

JUN have important role in the conservation and see the economic advantages such as root crops JUN stable compound, Produce fast-growing plants, with quality timber products from aspects of conservation and can be harvested from the age of 5 years from the economical aspects. The purpose is the potential magnitude Predicting wood and plant biomass potential JUN and carbon content stored in various plant organs, the magnitude of the potential suspect plantation forests to absorb CO₂. The study was conducted on public forests in the village Trosono JUN plants. District. Parang. Kab. Magetan, through forest inventory. The results: Estimated potential stand for community forest plants ranged JUN 288.74 m³, or with an average of 87.667 m³/ha average volume of 0.1337 m³/ tree with the smallest volume of 0.00789 m³ and Smallest volume of 0.0045 m³ and the largest of 0.7387 m³. The total potential of biomass is 56.2 tons. Or the equivalent of 17.295 tons/Ha. The composition of the biomass plant organs on the trunk of 53.84 % by weight of the total biomass, while root occupies second place at 19.55 %, 16.01 % and a branch of the most smallest leaves at 10.60 %. Average carbon content of the sample stands of trees ranged from 7.86 kg, ranging from 8.73 tons of CO₂/ha composition of plant organs in organ stem reaches 53.14 % of the total carbon content of trees, followed by 19.29 % roots, Branch 15.30 %, and leaves of 10.46 %. CO₂ sequestration potential when converted to the number of plants per hectare on average 31.97 tons CO₂/ha. Allometric equation which is derived in this study as follows

Keywords : Potential, Biomass; carbon dioxide, CO₂ absorption,

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hutan merupakan bentuk penutupan lahan yang banyak dijumpai di muka bumi ini. Sejak zaman manusia mempunyai hubungan yang erat dengan hutan. Hutan sebagai sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) walaupun membutuhkan waktu yang sangat panjang untuk mengembalikan hutan pada keadaan semula. Oleh karena itu perlu dijaga dan dikelola dengan arif dan bijaksana. Pada mulanya pemanfaatan sumber daya hutan hanya dilihat dari segi hasil kayunya

saja. Seiring dengan perkembangan zaman sekarang ini hutan bukan hanya berfungsi sebagai penghasil kayu, tetapi juga sebagai penghasil jasa lingkungan. Hutan sebagai penghasil jasa lingkungan sangat berpotensi dalam mengurangi karbondioksida yang ada di atmosfer melalui proses fotosintesis. Karbondioksida yang melewati ambang batas di atmosfer dapat menyebabkan efek rumah kaca yang mengakibatkan pemanasan global semakin meningkat.

Dampak pemanasan global ialah berubahnya iklim, yaitu perubahan curah hujan serta naiknya intensitas

dan frekuensi badai. Permukaan laut akan naik, sebagian karena memuainya air laut pada suhu yang lebih tinggi sehingga volumenya naik, sebagian lagi karena melelehnya es abadi di pegunungan tinggi dan di daerah kutub (Soemarwoto, 2004 : 165).

Salah satu upaya untuk menstabilkan konsentrasi gas CO₂ di atmosfer adalah dengan dibentuknya Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim (*United Nation Framework Convention on Climate Change, NFCCC*), melalui Protokol Kyoto. Protokol Kyoto mewajibkan negara-negara industri, untuk menurunkan tingkat emisinya sebesar 5% dari level tahun 1990. Dalam protokol ini, kegiatan afforestasi dan reforestasi diberlakukan sebagai penyerap karbon dalam kerangka Mekanisme Pembangunan Bersih *Clean Development Mechanism (CDM)* (Heriansyah, 2005), selanjutnya juga dikatakan Jika pengelolaan hutannya lestari, pembangunan hutan tidak saja bermanfaat dari sisi produk kayunya saja, tetapi juga berperan sebagai penyedia jasa lingkungan atau yang sering disebut sebagai penghasil karbon. Fungsi hutan sangat banyak, antara lain sebagai pengatur tata air (menyediakan air di saat musim kemarau dan mencegah banjir di saat musim hujan), mencegah terjadinya erosi yang dapat menyebabkan tanah longor, mengurangi akumulasi gas karbondioksida (CO₂) di udara dan penghasil oksigen (O₂). Berkurangnya konsentrasi gas CO₂ di udara dapat mengurangi efek pemanasan global (*global warming*) yang sangat merugikan manusia. Dengan adanya pembangunan hutan baik kegiatan afforestasi dan atau reforestasi yang bisa digunakan sebagai proyek *sink* (penyerapan karbon) maka jumlah CO₂ yang

terserap oleh hutan akan semakin banyak sehingga emisi gas CO₂ di atmosfer akan berkurang.

Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui Volume pohon jati umur 5 tahun (m³/ha)
2. Mengetahui potensi biomassa tanaman jati umur 5 tahun.(ton/ha)
3. Mengetahui potensi hutan tanaman dalam menyimpan cadangan karbon dan kemampuannya dalam menyerap gas CO₂ dari atmosfer berdasarkan dimensi pertumbuhan serta kandungan biomassa tanamannya. (ton/ha)

Tinjauan Pustaka

Biomassa

Biomassa adalah total berat bahan-bahan organik hidup dan telah mati yang dihasilkan oleh suatu populasi atau pada suatu ekosistem dalam suatu area dan waktu tertentu (Kimmins, 1987). Hairiah dkk. (2001) menyatakan total biomassa vegetasi berkayu di atas permukaan tanah merupakan salah satu penyimpanan karbon yang terbesar. Total biomassa di atas permukaan tanah terdiri dari batang berkayu, cabang dan daun dari pohon yang masih hidup beserta tumbuhan bawah. Estimasi biomassa di atas permukaan tanah menyediakan informasi tentang penyimpanan unsur hara dan karbon oleh vegetasi. Borbour dkk. (1987) menyatakan biomassa vegetasi herba dapat diukur dengan pengambilan sampel-sampel secara replikasi dengan cara memotong seluruh tumbuhan di atas permukaan tanah, kemudian dikeringkan dalam oven suhu 85-105°C sampai beratnya konstan, selanjutnya ditimbang. Densitas tumbuhan berpengaruh terhadap akumulasi biomassa total.

Estimasi biomassa hutan / pohon

Terdapat dua pendekatan untuk mengestimasi biomassa di atas permukaan dari suatu pohon / hutan.

Yaitu pendekatan langsung dengan membuat persamaan allometrik dan pendekatan tidak langsung dengan menggunakan “biomass expansion factor”. Meskipun terdapat keuntungan dan kekurangan dari masing-masing pendekatan, tetapi harus diperhatikan bahwa pendekatan tidak langsung didasarkan pada factor yang dikembangkan pada tingkat tegakan dari hutan dengan kanopi yang tertutup (rapat) dan tidak dapat digunakan untuk membuat estimasi dari pohon secara individu (IPCC, 2003).

Inventore Hutan dan Parameter Pohon

Simon (2007), istilah inventore hutan diterjemahkan dari bahasa Inggris (*forest inventory*). Pada zaman kolonial dan setelah kemerdekaan, istilah yang dipakai adalah inventarisasi hutan, sebagai terjemahan dari istilah bahasa Belanda *bosch inventarisatie*. Istilah lain dengan arti yang sama untuk bahasa Indonesia adalah perisalahan atau risalah hutan. Inventarisasi dilakukan untuk membuat deskripsi atau risalah tentang keadaan hutan secara kuantitatif. Dalam bahasa Inggris istilah lain dengan arti yang sama dengan inventore hutan tetapi mempunyai lingkup yang lebih terbatas adalah *timber cruising* atau disingkat *cruising* dan *timber estimation*.

Pemanfaatan sampling dalam inventarisasi hutan mempunyai keuntungan sebagai berikut (Simon, 2007) :

1. Pekerjaan dapat lebih cepat di selesaikan
2. Biaya yang dikeluarkan relatif lebih murah
3. Mempermudah penarikan kesimpulan dan mempertinggi ke cermatan
4. Waktu yang dibutuhkan relatif lebih sedikit.

Penggunaan sampling dalam inventore hutan terutama ditujukan untuk menaksir luas hutan dan

pengukuran volume kayunya (Simon, 2007).

Peranan Hutan dalam Menyerap Karbon

Hutan adalah penyerap karbon terbesar dan memainkan peranan penting dalam siklus karbon global. Hutan yang mempunyai komposisi vegetasi yang beragam dapat bertindak sebagai pembersih udara dengan memanfaatkan CO₂ di udara dan digunakan dalam proses fotosintesis (Foley, 1993). Dibandingkan dengan jenis vegetasi lainnya, hutan dapat menyimpan karbon sekurang-kurangnya 10 kali lebih besar dibandingkan jenis lainnya, seperti padang rumput, tanaman semusim dan tundra (Bolin, 1979 dalam Holdgate, 1995).

Biomassa Hutan dan Pengukuran Karbon

Biomassa adalah material kering dari suatu organisme pada waktu, tempat, dan luasan tertentu (Whittaker, 1975). Brown (1997) memberi definisi biomassa pohon sebagai total material organik hidup dalam pohon dan dinyatakan sebagai biomassa kering oven per unit area (biasanya dalam ton/ha). Karena kandungan air yang berbeda-beda untuk setiap tumbuhan, maka umumnya biomassa dinyatakan sebagai berat kering bahan (Chapman, 1986). Biomassa vegetasi herba dapat diukur dengan pengambilan sampel-sampel secara replikasi dengan cara memotong seluruh tumbuhan di atas permukaan tanah, kemudian dikeringkan dalam oven suhu 85°C-105°C sampai beratnya konstan, selanjutnya ditimbang (Barbour *et al*, 1987).

Banyaknya biomassa hutan sangat tergantung pada hasil yang diperoleh selama proses fotosintesis. Asimilasi CO₂ merupakan hasil penyerapan energi matahari dan akibat radiasi matahari, berdasarkan keadaan iklim, maka faktor utama yang mempengaruhi berat kering hasil panen ialah radiasi matahari yang

diabsorpsi dan efisiensi pemanfaatan energi matahari tersebut untuk fiksasi CO₂ (Gardner *et al*, 1985)

Biomassa hutan menyediakan perkiraan dari kandungan karbon dalam vegetasi hutan, sebab sekitar 50% dari biomassa adalah karbon. Dengan demikian, biomassa dapat menggambarkan potensi jumlah karbon yang dapat ditambahkan ke atmosfer dalam bentuk CO₂, ketika hutan ditebang habis atau dibakar (Brown, 1997). Beberapa penelitian kandungan karbon hutan dengan menggunakan informasi biomassa hutan telah banyak dilakukan (Brown *et al*, 1985; Schroeder, 1992).

Saat ini studi tentang metode pengukuran karbon terus berkembang, Losi (2003) melakukan analisis beberapa alternatif metode pendugaan karbon, dimana salah satunya dengan cara pengukuran langsung menggunakan alat LECO analyzer. Ludang (2007) melakukan pengukuran karbon dengan cara pengabuan biomassa pada suhu 700 °C selama 5 jam, dimana kandungan karbon sebesar 56% dari biomassa. OKI (2008) melakukan pengukuran kandungan karbon akasia mangium dengan mengukur kandungan karbon terikat pada arang.

Fungsi Hutan dalam Menyerap Karbon

Perkembangan dewasa ini secara ekonomis hutan bukan lagi dipandang menjadi sumber devisa akan tetapi fungsi secara ekologis issue global akan terjadinya perubahan iklim yang ekstrim dan sangat penting menjadikan Hutan adalah sebagai penyerap karbon terbesar dan memainkan peranan penting dalam siklus karbon global. Hutan yang mempunyai komposisi vegetasi yang beragam dapat bertindak sebagai pembersih udara dengan memanfaatkan CO₂ di udara dan digunakan dalam proses fotosintesis (Foley, 1993). Dibandingkan dengan jenis vegetasi lainnya, hutan dapat menyimpan karbon sekurang-

kurangnya 10 kali lebih besar dibandingkan jenis lainnya, seperti padang rumput, tanaman semusim dan tundra (Bolin, 1979 dalam Holdgate, 1995).

Pepohonan sebagai unsur utama pembentuk hutan memerlukan sinar matahari, gas karbondioksida (CO₂) yang diserap dari udara serta hara dan air yang diserap dari tanah untuk kelangsungan hidupnya. Melalui proses fotosintesis, CO₂ di udara diserap oleh tanaman, dan dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi karbohidrat untuk selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh tanaman dan ditimbun dalam tubuh tanaman dalam bentuk daun, batang, cabang, buah dan bunga. Proses penimbunan karbon (C) dalam tubuh tanaman hidup disebut proses sekuestrasi (*C-Sequestration*) (Hairiah dan Rahayu, 2007).

METODE PENELITIAN

Pembuatan Petak Ukur

Pengambilan data inventarisasi volume pohon dilakukan pembuatan plot sampel dengan menggunakan petak ukur (PU) berbentuk Jalur dengan Intensitas Sampling (IS) 10 %.. Luas PU adalah 10 % dari jumlah pohon jati unggul nusantara (JUN) yang di miliki oleh para petani di Desa Trosono. dengan cara systematic sampling with random start. Bentuk PU ini sangat membantu pada hutan tanaman yang tumbuhan bawahnya lebat atau bertopografi berat, selain itu bentuk PU ini tidak dipengaruhi oleh bentuk petak tanaman dengan batas buatan maupun alam, sehingga memberikan kemudahan dalam pelaksanaan inventarisasi dan pengukuran berdasarkan alur penomoran pohon.

Pencatatan dan Pengukuran

Pada petak ukur sampling, dilakukan pengukuran dan pencatatan data lapangan yang meliputi : Nomor pohon dan lokasi petak ukur, Kondisi fisik lapangan,

sebaran pohon dalam plot dan kondisi pertumbuhan pohon. Diameter setinggi dada (dbh 1,3 m) dan Tinggi pohon total . Pengukuran dilakukan untuk setiap pohon yang masuk di dalam PU. Berdasarkan hasil pengukuran tinggi dan diameter, selanjutnya dicari korelasi hubungan antara tinggi dan diameter, yang

menjadi dasar penetapan persamaan regresi yang akan digunakan.

Pengukuran Volume Tegakan Volume batang Silindris

Penentuan volume batang ditentukan dengan variabel dbh 1,3 meter dan tinggi total dengan menggunakan volumen batang silindris

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$$

Dimana

V	:	Volume batang silinder berdasarkan dbh 1.3 meter
π	:	Konstanta Phi (3,14)
d	:	diameter setinggi dada (1,3 meter)
t	:	Tinggi Total pohon

Volume batang Aktual

Pengukuran batang actual tanaman Jati Unggul Nusantara dilakukan dengan cara mengukur batang menjadi segmen-segmen pada kondisi berdiri, selanjutnya tiap

segmen dihitung luas bidang dasar pada diameter pangkal dan diameter ujung. Perhitungan volumen per segmen menggunakan rumus Smalian

$$V_s : \left[\frac{Lbds\ pkl + Lbds\ ujung}{2} \right] \times l$$

Keterangan :

Vs	:	Volume tiap segmen kayu (cm ³)
LBDS pkl	:	Luas bidang dasar pangkal = $\frac{1}{4} \pi \times d_{pkl}^2$ (cm ²)
LBDSujung	:	Luas bidang dasar ujung = $\frac{1}{4} \pi \times d_{ujung}^2$ (cm ²)
L	:	Panjang segmen (cm)

Volume total actual diketahui dengan menjumlahkan volume tiap segmen, dengan menggunakan rumur :

$$V_{st} = V_{s1} + V_{s2} + V_{s3} + \dots + V_{stn}$$

Keterangan :

Vst	:	Volume total segmen (cm ³)
Vs1, Vs2, Vs3...Vsn	:	Volume tiap segmen

Faktor Koreksi dan Volume Standing Stock

Untuk mengukur volume actual tanaman Jati Unggul Nusantara (*Standing Stock*) di perlukan variabel Faktor koreksi (f) dengan rumus :

$$f = \frac{\text{Volume aktual}}{\text{Volume silindris}}$$

Dimana

f : Faktor bentuk (form factor)

V actual : Volume total batang segmen

Vsilindris : Volume batang silinder berdasarkan diameter setinggi dada (dbh)

Pengukuran volume standing stock pada tanaman Jati Unggul Nusantara dilakukan dengan cara sebagai berikut :

volume batang silindris dengan faktor koreksi (f) yang kemudian di konversi ke dalam luas dengan

- a) Pada tanaman Jati Unggul Nusantara adalah mengalikan
- b) formula

$$V = \frac{1}{4} \pi \times d^2 \times t \times f \times n$$

Dimana :

V : volume standing stock

π : phi (3.14)

d : diameter setinggi dada

t : tinggi pohon

n : jumlah pohon per hektar (n/ha)

- c) Pada tanaman Jati Unggul Nusantara yang sudah di tebang (robok) dengan cara mengalikan volume total batang segmen (vst)

yang di konversi ke dalam luas yang di gambarkan dengan formula

$$V = Vst \times n$$

Dimana :

V : volume standing stock

Vst : Volume total segmen

N : jumlah pohon per hektar (n/ha)

Pengukuran Biomassa Tanaman Pengambilan Sampel

Pada setiap kelas umur, dilakukan pemilihan pohon sampel yang menjadi objek untuk penelitian kandungan biomassa dan kandungan karbon tanaman. Jumlah pohon yang diambil, minimal mewakili semua umur tanaman dan distrik yang ada (distrik teluk pulau, sungai riding, lelong hitam dan teluk daun). Kriteria pohon sampel adalah mewakili tegakan yang ada dalam petak ukur, memiliki ukuran diameter rata-rata, dan pohonnya sehat. Dalam penelitian ini, jumlah pohon sampel yang diambil umur 5 tahun 5 pohon.

Terhadap pohon sampel dilakukan pengukuran diameter setinggi dada (Dbh) dan tinggi total.

Selanjutnya dilakukan penebangan (*destructive sampling*) dan penggalan akar untuk dilakukan pengukuran dan penimbangan berat basah pohon. Pada pohon yang telah ditebang, dilakukan pemisahan komponen menjadi komponen batang, cabang, daun dan akar. Selanjutnya dilakukan pengukuran untuk setiap komponen pohon.

Pengukuran Biomassa Batang

Pengukuran biomassa batang pada prinsipnya dilakukan dengan menimbang berat basah total batang

pohon, selanjutnya diambil sampel batang untuk diukur berat basah sampel dan berat kering sampel. Batang pohon sampel yang telah ditebang, dilakukan pembagian segmen batang dengan ukuran tertentu, untuk selanjutnya dilakukan pengukuran pada masing-masing segmen. Tiap segmen batang selanjutnya ditimbang untuk mendapatkan berat basahnya. Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel berbentuk silinder (*disc*) dengan ketebalan tertentu. Sampel bentuk silinder ini lebih mewakili, karena meliputi kulit batang hingga empulur. Sampel diambil sebanyak

tiga (3) bagian yaitu dibagian pangkal, tengah, dan ujung batang. Sebelumnya harus dicatat posisi *disc* tersebut dari pangkal batang. Sampel tersebut ditimbang berat basahnya.

Pengukuran berat kering untuk menentukan kadar air dan menghitung biomassa dilakukan dengan mengeringkan sampel yang dibawa dari lapangan menggunakan oven pada suhu $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sampai didapatkan berat konstan (Nelson *et al*, 1999 dalam Losi, 2003). Biomassa batang (*Stem Weight/WS*) dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$WS = (100\% - \text{Kadar Air} (\%)) \times \text{Berat Basah Total Batang}$$

Pengukuran Biomassa Cabang (Dahan dan Ranting Pohon)

Pengukuran biomassa cabang yang meliputi dahan dan ranting, pada prinsipnya sama dengan pengukuran biomassa batang. Organ tanaman yang berupa cabang (dahan dan ranting) dikumpulkan menjadi satu untuk ditimbang berat basah totalnya.

Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel berbentuk silinder (*disc*) dari bagian cabang dan

ranting untuk diukur berat basah dan berat keringnya. Pengukuran berat kering untuk menentukan kadar air dan menghitung biomassa dilakukan dengan mengeringkan sampel yang dibawa dari lapangan menggunakan oven pada suhu $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sampai didapatkan berat konstan (Nelson *et al*, 1999 dalam Losi, 2003). Biomassa batang (*Branch Weight/WB*) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$WB = (100 \% - \text{Kadar Air} (\%)) \times \text{Berat Basah Total Cabang}$$

Pengukuran Biomassa Daun

Daun-daun dari pohon sampel dibagi menjadi tiga (3) bagian, yaitu daun-daun yang berada pada pangkal, tengah, dan ujung tajuk. Pengukuran biomassa daun dilakukan dengan cara mengumpulkan seluruh daun dari pohon sampel pada tiap-tiap bagian tajuk tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam karung/kantong plastik untuk mengetahui berat basah totalnya. Netto berat basah total diperoleh setelah dikurangi dengan berat karung/kantong plastik yang

digunakan sebagai tempat daun. Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel daun (200 gram) dari tiap-tiap bagian tajuk tersebut untuk diukur berat basah dan berat keringnya. Pengukuran berat kering untuk menentukan kadar air dan menghitung biomassa dilakukan dengan mengeringkan sampel yang dibawa dari lapangan menggunakan oven pada suhu $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sampai didapatkan berat konstan (Nelson *et al*, 1999 dalam Losi, 2003).

$$WL = (100\% - \text{Kadar Air} (\%)) \times \text{Berat Basah Total Daun}$$

Pengukuran Biomassa Akar

Pengukuran biomassa akar dilakukan dengan cara menggali akar di bawah permukaan tanah. Akar dibagi menjadi dua (2) bagian, yaitu akar besar (*coarse root*) dan akar halus (*fine root*). Kemudian mengumpulkan seluruh akar, baik akar besar dan akar halus dari pohon sampel dan memasukkan secara terpisah antara akar besar dan akar halus ke dalam karung/kantong plastik untuk ditimbang berat basah totalnya. Netto berat basah total diperoleh setelah dikurangi dengan berat karung/kantong plastik yang

digunakan sebagai tempat akar.

Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel berbentuk silinder (*disc*) dari akar besar dan akar halus untuk diukur berat basah dan berat keringnya. Pengukuran berat kering untuk menentukan kadar air dan menghitung biomassa dilakukan dengan mengeringkan sampel yang dibawa dari lapangan menggunakan oven pada suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sampai didapatkan berat konstan (Nelson *et al*, 1999 dalam Losi, 2003). Biomassa akar (*Root Weight/WR*) dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$WR = (100\% - \text{Kadar Air} (\%)) \times \text{Berat Basah Total Akar}$$

Total Biomassa Tanaman

Biomassa total pohon dapat dihitung dengan

menjumlahkan seluruh biomassa komponen pohon, dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Biomassa Total Pohon (Total Weight) } (W_T) = W_S + W_B + W_L + W_R$$

Pengukuran Kandungan Karbon Pohon

Kandungan karbon tanaman dihitung berdasarkan nilai karbon (C) yang ada pada setiap organ tanaman (batang, cabang, akar dan daun) yang dijumlahkan untuk setiap pohon. Ada 2 (dua) cara pengukuran kandungan karbon yang dilakukan dalam penelitian ini. Pertama, pengukuran tidak langsung dengan

mengalikan angka biomassa dengan konstanta karbon 50%. Kedua, pengukuran langsung dengan menggunakan metode karbonisasi atau pengarangan. Dalam penelitian ini pendugaan kandungan karbon pohon digunakan dengan cara menggunakan angka konstanta Brown sebesar 50% dari biomassa, dengan tahapan sebagai berikut :

- | | |
|--|------------------------|
| A. Kandungan Karbon Akar (Root Carbon) (C_R) = | $C_R = W_R \times 0,5$ |
| B. Kandungan Karbon Batang (Stem Carbon) (C_S) = | $C_S = W_S \times 0,5$ |
| C. Kandungan Karbon Cabang (Branch Carbon) (C_B) = | $C_B = W_B \times 0,5$ |
| D. Kandungan Karbon Daun (Leaf Carbon) (C_L) = | $C_L = W_L \times 0,5$ |
| E. Kandungan Karbon Total Pohon (Total Carbon) (C_T) = $C_S + C_B + C_L + C_R$ | |

Biomassa total dapat digunakan untuk mengkonversi/menghitung total karbon yang tersimpan dengan menggunakan asumsi bahwa kandungan karbon kira-kira 50% dari

biomassa (Brown and Lugo, 1986 dalam Lukito, 2010). Cadangan karbon pada tegakan pohon berdiri (*carbon standing crop*) dihitung dengan persamaan berikut ini

$$\text{: Carbon Standing Crop (CSC) = SV. D. F. 0,5}$$

dimana :

SV = Volume batang pohon

D = Kerapatan kayu

F = Faktor ekspansi biomassa
(*Biomass Expansion Factor*)

0,5 = Proporsi karbon

Potensi Hutan Menyimpan Karbon

Dengan menggunakan data hasil pengukuran pohon jati umur 5 tahun dan data luasan tanaman, maka dapat diketahui kemampuan hutan dalam menyimpan karbon tanaman jati umur 5 tahun. Jika berat karbon tiap pohon diketahui, jumlah dan ukuran pohon per hektar diketahui, maka akan diketahui potensi simpanan karbon per hektar. Dengan menggunakan konversi luas areal, maka potensi simpanan karbon hutan dapat diketahui.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi

Keadaan Umum Perkebunan JUN

Perkebunan jati unggul nusantara terletak di Desa. Trosono Kec. Lembahan Kab. Magetan, kurang lebih 12 km sebelah selatan Kota Magetan. Dengan ketinggian kurang lebih 350-432 meter di atas permukaan laut. Keadaan lapangan perkebunan jati unggul nusantara di desa Trosono bergelombang ringan sampai berat, berjurang-jurang dengan punggung-punggung membujur dari arah barat. Letak perkebunan jati unggul nusantara di Desa Trosono Kec. parang Kab. Magetan di batasi oleh:

Sebelah timur : Kecamatan

Poncol KAB. MAGETAN dan Kec.

Purwantoro Kab Wonogiri

Sebelah barat : Kecamatan

Lembeyan Kab. Magetan .

Sebelah selatan : Kec. Sampung
Kabupaten Ponorogo.

Sébelah utara : Desa Parang

Kec Parang dan Kecamatan

Ngariboyo Kab. Magetan.

Adapun jenis tanah di perkebunan jati unggul nusantara yang berada di Desa Trosono Kecamatan Parang Kabupaten Magetan ini adalah

Potensi Penyerapan Karbondioksida (CO₂)

Potensi penyerapan CO₂ diperoleh melalui konversi sebagai berikut :

Diketahui Massa Atom C = 12 dan O = 16, maka Massa Atom CO₂ = (1 x 12) + (2 x 16) = 44. Perbandingan Massa Atom CO₂ terhadap C (Karbon) = (44 : 12) = 3,67. Sehingga potensi penyerapan CO₂ = 3,67 x potensi penyerapan karbon (C). Murdiyarso (1999) dalam lukito, (2010) menyebutkan, 1 juta metrik ton karbon memiliki ekuivalen berat dengan 3,67 juta metrik ton CO₂. *Gmelina arborea* dapat menyerap karbon 76 Mg/ha yang setara dengan 279 Mg/ha CO₂ selama rotasi pertama (Agus, *et al*, 2001 dalam lukito 2010), hal ini menunjukkan 1 Mg karbon setara dengan 3,67 Mg CO₂

margalit coklat, hitam dan agak berbatu. Daerah Parang terletak pada ketinggian kurang lebih 375 – 432 meter di atas permukaan laut dan suhu yang berkisar rata-rata 29 – 31C.

Luas Kawasan Hutan

Berdasarkan data Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Magetan terdiri dari 3 fungsi hutan yaitu hutan produksi seluas 3.281,243 Ha, hutan lindung seluas 2.982 ha dan hutan konservasi seluas 2 Hektar. Akan tetapi luas tersebut belum termasuk luas kawasan hutan rakyat yang dikelola oleh masyarakat di Kab. Magetan walaupun secara fungsi hutan tidak termasuk kedalam kawasan hutan. Adapun jenis jenis komoditas kehutanan menurut Dinas Kehutanan dan Perkebunan kab. Magetan Tahun 2013 terdiri dari 11 jenis dengan luas areal komoditas kehutanan seluas 15.815,71 Ha antara lain seperti jenis jati seluas 11,714 Ha, mahoni 553 Ha, sengon seluas 1.105,68 Hektar , akasia seluas 30,29 Ha, Mindi seluas 696 Ha, Bambu seluas, 425 Hektar, sono seluas 21 Ha, Pinus 30,19 Ha, Jabon 26,93 Ha, Johar 56 Ha, Trembesi, 33,60 Ha dan lain-lain seluas 1.122,75 Ha

Keadaan tanaman

Luas perkebunan jati unggul nusantara di Desa Trosono Kec. Lembeh Kab. Magetan umur 5 tahun 2,5 ha. Tanaman kayu jati merupakan satu-satunya tanaman yang di tanam untuk memenuhi permintaan pasar. Namun selain itu kadang-kadang di bawahnya di tanami tumpang sari seperti jagung, kacang, ketela, kedelai, kunyit dll. dengan jarak tanam jati 3 x 3 meter.

Potensi Produksi Kayu JUN

Untuk mengetahui potensi tegakan penyusun hutan tanaman Jati Unggul Nusantara (JUN) dilakukan kegiatan inventore hutan. Kegiatan inventore hutan berusaha untuk memberikan gambaran dan informasi mengenai keadaan hutan, baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Keadaan hutan, dilukiskan oleh karakteristik pohon yang menyusun hutan tersebut. Karakteristik pohon akan menentukan volume kayu, yang merupakan gambaran kuantitatif dari suatu hutan.

Untuk itu perlu dilakukan pengukuran dan analisa terhadap beberapa karakter pohon yang akan menentukan volume kayu, seperti diameter setinggi dada (Dbh) dan tinggi pohon.

Inventore Hutan

Kegiatan inventore hutan dilakukan di kawasan hutan rakyat di Desa Trosono Kecamatan Parang dengan *cara sampling with random start*, menggunakan petak ukur Jalur dengan IS (intensitas sampling) 10 % dari luasan tiap petani. Start awal dilakukan dengan cara random. Pada kegiatan inventore hutan, dilakukan pengukuran beberapa parameter pohon yang sangat penting dalam pendugaan potensi pohon. Parameter tersebut adalah tinggi pohon dan diameter setinggi dada (Dbh) sebagai dasar penentuan volume pohon. Data hasil pengukuran parameter pohon pada kegiatan inventore hutan. Hasil analisis diskriptif terhadap data pengukuran parameter pohon disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Diskriptif Data Tinggi Pohon dan Dbh

No Pohon	Keliling	Dbh	Dbh	Tinggi	LBDS	Vol
	cm	cm	m	m	m ²	m ³
Total	12,523.0	3,988.2	39.88	3,669.0	3.81986	28.4694
Rerata	34.69	11.05	0.11	10.16	0.01058	0.0789
Min	10.00	3.18	0.03	8.00	0.00080	0.0045
Max	66.00	21.02	0.21	16.00	0.10552	0.7387
Std Dev	9.61	3.06	0.03	1.15	0.00743	0.0610
Convidance	7.69	2.45	0.02	0.92	0.00594	0.0488

Sumber : Data primer diolah

Berdasarkan Tabel 1 di ketahui bahwa Luas areal hutan tanaman Jati unggul nusantara umur 5 tahun di desa Trosono, Kecamatan Parang Kabupaten Magetan seluas 2.35 Ha, atau dengan total jumlah tanaman sebanyak 3.610 batang dengan intensitas sampling 10 % maka jumlah tanaman sampling (n) sebesar 361 pohon untuk seluruh petak ukur, dengan rerata Dbh = 11,05 cm, dan rerata tinggi 10,16 m. Ukuran Dbh berkisar antara 3,18 cm sampai 21,02

cm. Sedangkan kisaran tinggi total pohon adalah 8 meter – 16 meter.

Analisis Hubungan Dbh dengan Tinggi Pohon

Pada jenis tertentu, diameter setinggi dada memiliki hubungan yang sangat kuat dengan tinggi pohon, khususnya di hutan tanaman. Karena itu dalam penaksiran volume pohon, cukup dilakukan dengan mengukur diameter setinggi dada. Untuk menduga tinggi pohon dari Dbh, maka terlebih dahulu dilakukan analisis

untuk mengetahui hubungan antara tinggi dengan diameter. Untuk keperluan tersebut, dilakukan pengukuran Dbh dan tinggi pohon terhadap pohon sampel yang diambil. Jumlah pohon sampel yang diukur 361 pohon, dengan hasil sebagaimana pada Tabel 1. Pada penelitian ini,

analisis hubungan Dbh dengan tinggi pohon dilakukan terhadap hasil pengukuran sampel pohon, dimana pengolahan data dilakukan dengan SPSS. Hasil analisis data selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis Regresi Hubungan Dbh dan Tinggi Pohon

No.	Model	Persamaan	R ²	RSS	F Sig
1.	Linier	$H = -0,073 + 1.174 \text{ Dbh}$	0,615	0,029	Sig
2.	Pangkat (Power)	$H = 9.801 \text{ Dbh}^{2,409}$	0,956	0,0157	Sig
3.	Kuadratik	$H = 0,30 + 8,852 \text{ Dbh} - 0,811 \text{ Dbh}^2$	0,679	0,0242	Sig
4	Logaritma	$H = 0,3 + 0,108 \ln \text{ Dbh}$	0,516	0,365	Sig

Sumber : Data primer di olah

Dari tabel 2, model hubungan antara Dbh dengan tinggi pohon adalah berbentuk pangkat (*power*) dengan nilai R² sebesar 0,956, artinya 95,6 % parameter tinggi pohon dapat dijelaskan oleh parameter Dbh, sisanya oleh parameter lainnya. Sedangkan nilai jumlah kuadrat eror (*residual sum of square*) adalah 0,0157 dan standar erornya 0,032. Berdasarkan hasil analisis varian untuk menguji signifikansi hubungan tersebut, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara Dbh dan tinggi pohon memiliki korelasi yang signifikan. Young (1982)

parameter Dbh untuk tanaman *Jati Unggul Nusantara* pada penelitian ini memiliki hubungan yang sangat tinggi dengan parameter tinggi pohon.

Pemilihan model pangkat (*power*) sebagai model hubungan Dbh dengan tinggi pohon didasarkan pada nilai R² terbesar dan nilai jumlah kuadrat eror (*residual sum of square*) terkecil diantara semua model yang dianalisis. Nilai R² yang besar menunjukkan besarnya hubungan korelasi antara kriterium dengan prediktor. Sedangkan jumlah kuadrat eror yang kecil menunjukkan bahwa garis persamaan yang dipilih adalah yang terbaik dan akan menghasilkan serangkaian ramalan yang disebut efisien. Efisien karena besarnya kuadrat kesalahan ramalan dari garis

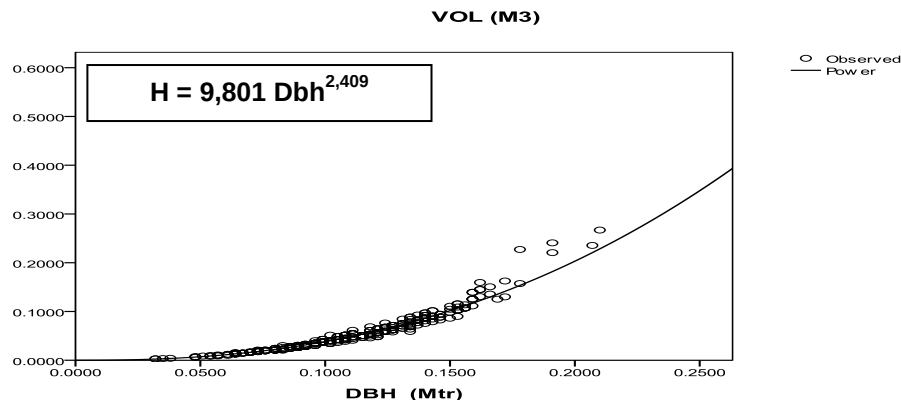
regresi yang dipilih akan sangat kecil (Hadi, 2000). Persamaan regresi akan menjadi efisien bila nilai pengamatan (*observasi*) berada disekitar garis regresi, dan ini akan terlihat jika digambarkan dalam bentuk diagram pencar (*Scatter Plot*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram pencar pada Gambar 1.

Dari Gambar 1, dapat dijelaskan bahwa nilai parameter tinggi dan Dbh hasil pengukuran berada disekitar garis regresi, sehingga ramalan parameter tinggi pohon menggunakan parameter Dbh akan memberikan nilai kesalahan yang kecil. Kesalahan dari ramalan ini disebut dengan residu. Kesalahan akan semakin kecil, jika nilai residu mendekati nol, dimana persamaan regresi untuk meramalkan kriterium dari prediktor akan memberikan nilai yang tepat. Jumlah kuadrat dari nilai residu inilah yang selanjutnya disebut dengan jumlah kuadrat eror (*residual sum of square*). Semakin besar jumlah kuadrat eror suatu persamaan regresi maka akan memberikan kesalahan ramalan yang semakin besar pula.

Simon (2007) menyatakan bahwa pada jenis tertentu, diameter setinggi dada mempunyai hubungan yang cukup kuat dengan tingginya, yang dilukiskan dalam bentuk kurva tinggi. Pernyataan di atas terbukti pada penelitian ini dimana tanaman *Jati*

Unggul Nuisantara pada areal hutan rakyat desa Trosono kecamatan Parang Kab. Magetan, termasuk salah satu jenis yang memiliki hubungan Dbh dan tinggi pohon yang sangat kuat, dengan nilai R^2 sebesar 0,956. Lukito (2012) Mengatakan tanaman *Jati Unggul Nuisantara* pada areal hutan rakyat desa Krowe kecamatan Lembeyan Kab. Magetan, termasuk

salah satu jenis yang memiliki hubungan Dbh dan tinggi pohon yang sangat kuat, dengan nilai R^2 sebesar 0,98,2. Selanjutnya OKI (2008) menyatakan bahwa tanaman *Acacia mangium* pada HTI PT. Finnantara Intiga termasuk salah satu jenis yang memiliki hubungan Dbh dan tinggi yang sangat kuat, dengan nilai R^2 sebesar 0,92.



Gambar 1. Diagram Pencar Hubungan Dbh dengan Tinggi Pohon

Pendugaan Volume Tegakan Berdiri

Pendugaan volume tegakan berdiri dilakukan dengan menggunakan data pengukuran parameter pohon hasil inventore. Dari hasil inventore ini, didapatkan data hasil pengukuran parameter Dbh, tinggi pohon, dan data jumlah pohon pada tiap petak ukur dalam kelas umur. Data tersebut

diolah lebih lanjut untuk mengetahui Dbh rata-rata, tinggi rata-rata, volume per pohon, kerapatan pohon per hektar, dan volume pohon perhektar. Berdasarkan hasil pengolahan data, diketahui Dbh dan tinggi pohon rata-rata, sehingga rata-rata volume pohon berdiri dapat diketahui. sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3, Hasil Perhitungan Volume Pohon Berdiri (m^3) Hutan Rakyat Jati Unggul Nusantara Desa Trosono Kec. Parang

Umur (thn)	Rata-rata pada tiap Kelas Umur				
	Dbh (cm)	H (m)	Vol/Phn	N sampel	Vol sampel
5	11,05	10,16	0,0789	361	28,4694

Sumber : data primer di olah

Dari Tabel 3. diketahui bahwa rata-rata sampel volume pohon kisaran $0,0789 m^3$ dengan volume terkecil sebesar $0,0045$ dan volume maksimum $0,7387 m^3$. Variasi ini ditentukan oleh pertambahan ukuran (*accretion*) parameter pohon, seperti Dbh dan tinggi pohon .

Volume Tegakan Berdiri per Hektar

Volume tegakan berdiri menggambarkan besarnya volume pohon berdiri dalam satuan luasan tertentu (m^3/ha). Besarnya volume tegakan berdiri dapat diketahui dari volume pohon berdiri pada satu kelas umur dikali dengan kerapatan pohon per hektar (N/ha) pada kelas umur tersebut. Hasil perhitungan volume

tegakan per hektar disajikan pada Tabel 4

Tabel 4. Volume Tegakan JUN Desa Trosono Kab. Magetan

Umur (Tahun)	Rata-rata				
	Dbh (cm)	H (mtr)	Vol/Phn (m ³ /phn)	N/Ha	Vol/Ha (m ³ /Ha)
5	11,05	10,16	0,0789	1.111	87,667

Sumber : data primerdiolah

Potensi tegakan berdiri untuk hutan rakyat tanaman Jati Unggul Nusantara di Desa Trosono umur 5 tahun per Ha adalah sebesar 87,667 m³/ha.

Potensi Biomassa Tegakan Hutan Rakyat Desa Trosono

Pengukuran biomassa hutan dalam penelitian ini dilakukan terhadap seluruh bagian pohon terdiri dari biomassa di atas permukaan tanah (*above-ground biomass*) meliputi batang, cabang, dan daun, serta biomassa di bawah permukaan tanah (*below-ground biomass*) meliputi akar pohon. Biomassa serasah, tumbuhan bawah dan tanah tidak diukur dalam penelitian ini. Pengukuran biomassa dilakukan terhadap tanaman Jati Unggul Nusantara sebagai tanaman penyusun hutan tanaman rakyat di Desa Trosono. Pengukuran dilakukan terhadap 5 pohon sampel yang diambil pada umur 5 tahun.

Adapun organ tanaman jati Unggul Nusantara di Desa Trosono yang di ambil sampel guna pengukuran biomassa berupa daun, batang, cabang dan akar. Untuk organ daun diambil pada 3 tempat yaitu daun bagian pangkal (P), daun bagian tengah pohon (T) dan daun pada bagian ujung pohon (U), sedangkan organ batang di ambil menjadi 3 section/disk yaitu batang/disk bagian pangkal (BP), batang tengah (BT) dan Batang bagian Ujung (BU), Untuk Cabang setiap pohon sampel di ambil pada bagian cabang pangkan (CP), cabang tengah (CT) dan cabang Ujung (CU), sedang organ akar di ambil akar besar (CR) dan akar halus (FR). Besarnya pengukuran sampel berat basah sampel organ tanaman Jati Unggul Nusantara (JUN) Desa Trosono Kec. Parang Kab. Magetan di sajikan pada Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Pengukuran Sampel Berat basah organ tanaman JUN

Umur (tahun)	Kode Pohon	Dbh (cm)	H (m)	Berat Basah (Kg)				
				Akar	Batang	Cabang	Daun	Total
5	JUN-phn1	14.33	12.5	57	204	61	30	327
	JUN-phn2	15.61	13	66	217	64	35	383
	JUN-phn3	8.92	10	73	185	52	29	338
	JUN-phn4	15.29	13	79	213	55	36	384
	JUN-phn5	17.2	13	77	224	66	44	411
	Rata-rata	14.27	12.3	70.23	208.73	59.61	34.80	368.54

Sumber : Data primer di olah

Tabel 5 di atas terlihat bahwa sampel tanaman jati unggul nusantara di dapatkan bahwa rata rata berat basah organ adalah sebesar 368,54 kg yang terdiri dari organ akar sebesar

70,23 kg, organ batang sebesar 208,73 kg , organ cabang sebesar 59,61 kg dan organ daun sebesar 34,80 kg.Untuk mengetahui kadar air organ tanaman jati unggul nusantara

terhadap sampel berat basah organ tanaman tersebut kemudian di lakukan pengovenan pada suhu $\pm 102^{\circ}\text{C}$ elsius selama 24 jam kemudian di diamkan pada suhu kamar sampai

mencapai suhu konstan dan di timbang. Adapun hasil kandungan kadar air sampel organ tanaman jati unggul nusantara dapat di lihat pada Tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6. Pengukuran Kadar Air sampel organ tanaman Jati Unggul Nusantara

Umur (tahun)	Kode Pohon	Dbh (cm)	H (m)	Kadar air rata-rata (%)			
				Akar	Batang	Cabang	Daun
5	JUN-phn1	14.33	12.5	0.52	0.53	0.53	0.65
	JUN-phn2	15.61	13	0.60	0.56	0.55	0.68
	JUN-phn3	8.92	10	0.62	0.46	0.52	0.64
	JUN-phn4	15.29	13	0.63	0.51	0.57	0.64
	JUN-phn5	17.2	14	0.59	0.46	0.50	0.65
	Rata rata	14.27	12.50	0.59	0.50	0.53	0.65

Sumber : Data primer di olah

Untuk dapat mengetahui biomassa sampel organ tanaman jati unggul nusantara di gunakan rumus Berat basah di kali 1 di kurangi kadar air, sehingga dari formula tersbut di dapatkan berat biomassa organ

tanaman jati unggul nusantara seperti dapat di lihat pada Tabel 7 sebagai berikut :

Tabel 7. Pengukuran Biomassa Sampel organ tanaman Jati Unggul Nusantara

Umur (tahun)	Kode Pohon	Dbh (cm)	H (m)	Biomassa (Kg)				
				Akar	Batang	Cabang	Daun	Total
5	JUN-phn1	14.33	12.5	29.74	107.90	32.19	19.50	189.33
	JUN-phn2	15.61	13	39.17	121.65	35.30	24.12	220.24
	JUN-phn3	8.92	10	44.96	85.07	26.84	18.27	175.14
	JUN-phn4	15.29	13	49.33	108.85	31.52	23.24	212.95
	JUN-phn5	17.2	14	29.74	107.90	32.19	19.50	189.33
	Rata-rata	14.27	12.50	38.59	106.28	31.61	20.93	197.40

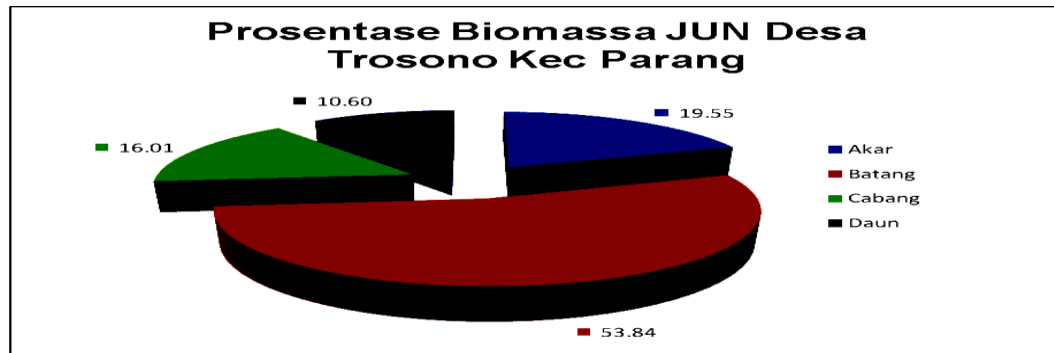
Sumber : Data primer di olah

Pada Tabel 7 dapat di lihat bahwa rata rata berat biomassa tanaman jati unggul nusantara di Desa Trosono Kec. Parang Kabupaten Madiun adalah sebesar 197,40 Kg atau mencapai 53,56 % dari rata rata kondisi berat basahnya. Dari rata rata berat sampel tersebut organ batang memiliki prosentase biomassa terbesar di bandingkan dengan organ tanaman lain yaitu sebesar 53,84 % dari berat total biomassa, sedang akar

menempati tempat ke dua sebesar 19,55 %, Cabang sebesar 16,01 % dan yang paling terkecil dari organ tanaman jati unggul nusantara adalah daun yaitu sebesar 10,60 % dari total berat biomassa rata-rata tanaman jati unggul nusantara.. Dibandingkan dengan Biomassa JUN Desa Krowe Kec. Lembeyan sebesar 183,870 Kg atau mencapai 50,94 % dari rata rata kondisi berat basahnya. Dari rata rata berat sampel tersebut organ batang

memiliki prosentase biomassa terbesar di bandingkan dengan organ tanaman lain yaitu sebesar 61,30 % dari berat total biomassa, sedang akar menempati tempat ke dua sebesar 16,76 %, Cabang sebesar 15,28 % dan yang paling terkecil dari organ

tanaman jati unggul nusantara adalah daun yaitu sebesar 6,67 % dari total berat biomassa rata-rata tanaman (Lukito, 2012). Besarnya proporsi organ tanaman jati unggul nusantara dapat di lihat pada Gambar 2 sebagai berikut



Gambar 2. Prosentase Biomassa Organ Tanaman Jati Unggul Nusantara

Distribusi biomassa pada tiap komponen pohon menggambarkan besaran distribusi hasil fotosintesis pohon yang disimpan oleh tanaman. Melalui proses fotosintesis, CO_2 di udara diserap oleh tanaman, dan dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi karbohidrat untuk selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh tanaman dan ditimbun dalam bentuk daun, batang, cabang, buah dan bunga (Hairiah dan Rahayu, 2007). Dari penelitian ini distribusi hasil fotosintesis terbesar digunakan untuk

pertumbuhan batang mencapai 61,3 %. Walaupun aktifitas fotosintesis terjadi di daun, namun ternyata daun hanya mendapatkan proporsi hasil fotosintesis yang paling kecil, yaitu hanya 13,18%.

Komposisi kandungan Biomassa pada masing-masing komponen pohon juga berbeda, dimana tertinggi adalah pada komponen batang, diikuti oleh cabang, akar, dan daun. Untuk jelasnya dapat di lihat pada Tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8. Rata-rata Potensi Biomassa Tanaman Jati Unggul Nusantara

No Pohon	Dbh	Vol	Biomassa Organ Tanaman JUN (Kg)				Total
	cm	m3	Akar	Batang	Cabang	Daun	
Total	3,988.22	28.47	1,098.60	3,025.59	899.85	595.74	5,619.78
Rerata	11.05	0.08	3.04	8.38	2.49	1.65	15.57
Min	3.18	0.00	0.17	0.47	0.14	0.09	0.88
Max	21.02	0.74	28.50	78.50	23.35	15.46	145.81
Std Dev	4.08	0.01	0.40	1.09	0.32	0.22	2.03

Sumber : Data primer di olah

Berdasarkan Tabel di atas maka diketahui bahwasannya rata rata biomassa tanaman JUN di Desa Trosono sebesar 15,57 Kg Per pohon dengan variasai terkecil sebesar 8.88

kg per pohon dan tertinggi sebesar 145,81 kg per Pohon. Dengan luas hutan rakyat tanaman Jati Unggul nusantara di Desa Trosono seluas 2,35 Ha untuk, maka total potensi

biomassa tegakan Jati Unggul Nusantara adalah 56,2 ton. Atau bila di nyatakan dalam satuan luas per hektar maka biomassa tanaman jati unggul nusantara di Desa Trosono kec. Parang Kab. Magetan rata rata sebesar 17,295 ton per hektar. Lukito (2012) Mengatakan potensi biomassa tegakan Jati Unggul Nusantara Desa **Persamaan Allometrik**

Dari data potensi biomassa pohon pada Lampiran 2, selanjutnya dapat dibuat model hubungan antara Dbh dengan potensi biomassa komponen pohon dan Dbh dengan total potensi biomassa pohon. Pengolahan data menggunakan SPSS, dengan kriteria model terpilih adalah R^2 terbesar dan JKE terkecil. Dengan menggunakan persamaan allometrik dari model terpilih, maka biomassa untuk tiap

Krowe Kec. Lembeyan Kab. Magetan rata rata sebesar 27,30 ton per hektar Perbedaan ini disebabkan oleh rata rata perbedaan volume kayu per hektarnya Pada Kondisi desa Trosono volume kayu per Ha adalah sebesar 87,667 m^3/ha . Sedangkan untuk Desa Krowe rata-rata sebesar 148,54 m^3/ha (lukito, 2012)

komponen pohon dan biomassa untuk total pohon dapat diduga dengan menggunakan Dbh sebagai variabel pembuka. Berdasarkan analisis varian untuk masing-masing model menunjukkan nilai signifikan ($< 0,05$), baik untuk korelasi hubungan dan nilai konstanta serta koefisien prediktor. Adapun model allometri terpilih tiap organ tanaman di sajikan pada Tabel 9 sbb:

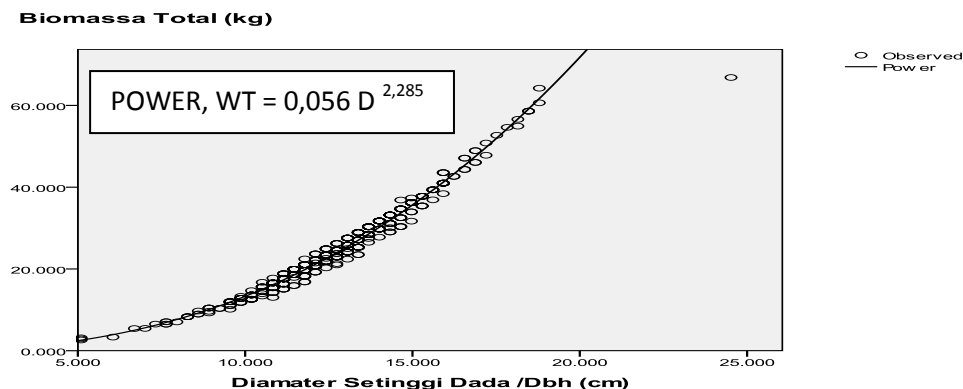
Tabel 9. Model Persamaan Allometrik Terpilih Untuk Pendugaan Biomassa

No.	Bentuk Hubungan	Model Terpilih	Kriteria	Persamaan
1	Dbh - Biomassa Akar	Power	$R^2 = 0,959$ JKE = 7,417	$WR = -0,11 D^{2,285}$
2	Dbh - Biomassa Batang	Power	$R^2 = 0,959$ JKE = 7,416	$WS = 0,030 D^{2,285}$
3	Dbh - Biomassa Cabang	Powe	$R^2 = 0,959$ JKE = 7,417	$WB = 0,009 D^{2,285}$
4	Dbh - Biomassa Daun	Power	$R^2 = 0,959$ JKE = 7,412	$WL = 0,006 D^{2,285}$
5	Dbh - Biomassa Pohon	Power	$R^2 = 0,982$ JKE = 7,417	$WT = 0,056 D^{2,285}$

Sumber : Data Primer di olah

Untuk memberikan gambaran secara visual, maka garis regresi dengan data hasil pengukuran untuk total biomasa terhadap diameter

setinggi dada (Dbh) digambarkan dalam bentuk grafik atau diagram pencar (*scatter plot*), seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Dbh dengan Total Potensi Biomassa

Potensi Serapan Karbon

Tegakan Jati Unggul Nusantara di Desa Trosono Kec. Parang Kab. Magetan mempunyai potensi besar dalam menyerap karbon, terutama jika pengelolaan hutannya dilakukan secara lestari. Potensi serapan karbon akan tetap tersimpan didalam tegakan selama beberapa dekade, jika hutannya lestari dan tidak terjadi penurunan stok tegakan sepanjang daur. Artinya, jumlah tegakan yang berkurang setiap tahun sebanding dengan pertumbuhannya. Untuk mengetahui seberapa besar potensi tanaman untuk menyimpan karbon, maka perlu dilakukan pengukuran. Penelitian ini mencoba melakukan pengukuran kandungan karbon terhadap tanaman *Jati Unggul*

Nusantara di Desa Trosono Kec. Parang Kab. Magetan, namun dibatasi hanya pada tanaman yang hidup, sementara karbon pada serasah, tumbuhan bawah, pohon yang mati dan tanah tidak dilakukan pengukuran. metode pengukuran yang dilakukan, yaitu pengukuran tidak langsung dengan metode konversi biomassa ke karbon menggunakan angka konversi 50%. Data hasil pendugaan biomassa, selanjutnya digunakan untuk perhitungan kandungan karbon dengan menggunakan metode konversi biomassa. Potensi kandungan karbon tegakan per organ tanaman *Jati Unggul Nusantara* di Desa Trosono adalah seperti pada Tabel 10 sebagai berikut.

Tabel 10. Rata-rata Potensi Karbon Tanaman Jati Unggul Nusantara

	Kode Pohon	Dbh (cm)	H (m)	Berat Karbon (Kg)				
				Akar	Batang	Cabang	Daun	Total
Umur 5 tahun	JUN-phn1	14.33	12.5	14.87	53.95	16.09	9.75	94.66
	JUN-phn2	15.61	13	19.58	60.83	17.65	12.06	110.12
	JUN-phn3	8.92	10	22.48	42.53	13.42	9.14	87.57
	JUN-phn4	15.29	13	24.66	54.43	15.76	11.62	106.47
	JUN-phn5	17.2	14	14.87	53.95	16.09	9.75	94.66
	Rata-rata	14.27	12.50	19.29	53.14	15.80	10.46	98.70

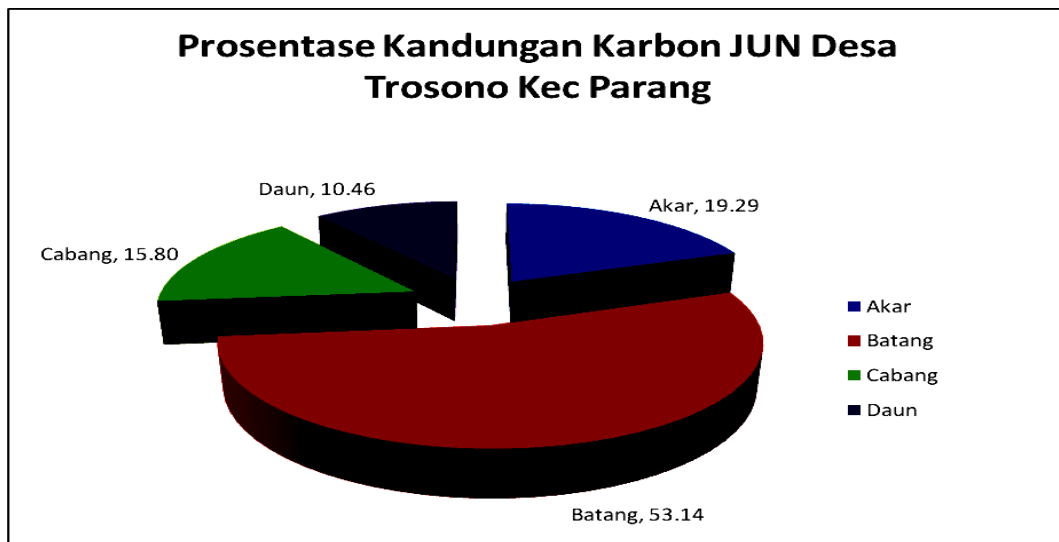
Sumber : Data Primer Di olah

Tabel 10 di atas menunjukkan Tanaman JUN di Desa Trosono Kec. bahwa rata rata sampel organ Parang Kab. Magetan adalah sebesar

98,70 Kg per pohon sehingga bila kandungan karbon tersebut di konversikan ke dalam Potensi kandungan karbon tanaman Jati Unggul Nusantara di Desa Trosono Kec. Parang Kab. Magetan dengan metode konversi biomassa berkisar rata-rata sebesar 17,27 ton karbon/ha. Dengan realisasi tanaman seluas 3661 tanaman atau seluas 2,35 ha, maka total potensi kandungan karbon tegakan Jati Unggul Nusantara adalah sekitar 56,99 ton Carbon. Lukito (2012) mengatakan kandungan karbon tegakan per pohon JUN Desa Krowe Kec. Lembeyan Kab. Magetan

bila di konversikan dalam satuan m^3/ha maka potensi karbon di desa Trosono dengan adanya tanaman jati unggul nusantara berkisar antara 1,46 – 33,13 ton karbon per hektar atau keseluruhan sebesar 65,546 ton karbon.

. Komposisi kandungan karbon pada masing-masing komponen pohon juga berbeda, dimana tertinggi adalah pada komponen batang, diikuti oleh cabang, akar, dan daun. Persentase karbon tiap komponen pohon terhadap total karbon pohon, disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Prosentase Kandungan Karbon Tiap Komponen Pohon

Kandungan karbon pada komponen batang mencapai 53.14 % dari total kandungan karbon pohon, diikuti oleh akar 19,29 %, Cabang 15.30 %, dan daun 10.46 %. Pengukuran kandungan karbon dengan metode konversi biomassa menggunakan asumsi bahwa proporsi kandungan karbon dari biomassa pada tiap komponen pohon adalah sama, yaitu 50%. Artinya seluruh komponen pohon dianggap memiliki kemampuan yang sama didalam menyimpan karbon. Dengan demikian, perbedaan distribusi karbon pada tiap komponen pohon hanya ditentukan oleh perbedaan

komposisi berat biomassa dari tiap komponen pohon.

Persamaan Allometrik

Dari hasil perhitungan kandungan karbon pohon dengan metode konversi biomassa, dapat dibangun model hubungan allometrik antara Dbh dengan simpanan karbon masing-masing komponen pohon dan total pohon. Pengolahan data menggunakan SPSS, dengan kriteria model terpilih adalah R^2 terbesar dan JKE terkecil. Adapun model terpilih untuk masing-masing hubungan disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Model Persamaan Allometrik Terpilih Untuk Pendugaan Karbon

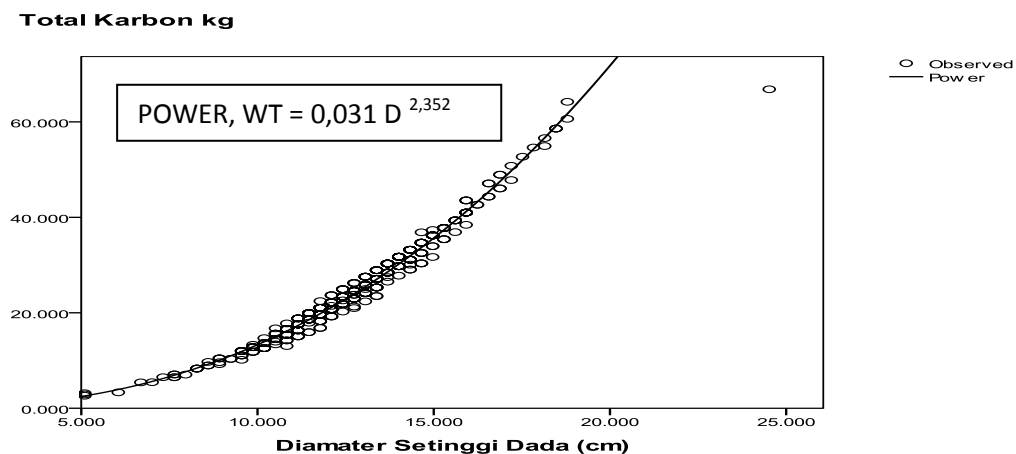
No.	Bentuk Hubungan	Model Terpilih	Kriteria	Persamaan
1	Dbh – Karbon Akar	Power	$R^2 = 0,912$ JKE = 1,892	$CR = 0,012 D^{2,472}$
2	Dbh – Karbon Batang	Power	$R^2 = 0,913$ JKE = 1,890	$CS = 0,030 D^{2,515}$
3	Dbh - KarbonCabang	Power	$R^2 = 0,913$ JKE = 1,890	$CB = 0,035 D^{2,435}$
4	Dbh – Karbon Daun	Power	$R^2 = 0,914$ JKE = 1,893	$CL = 0,046 D^{2,421}$
5	Dbh – Karbon Pohon	Power	$R^2 = 0,921$ JKE = 1,890	$CT = 0,031 D^{2,352}$

Sumber data primer di olah

Untuk memberikan gambaran secara visual, maka garis regresi dengan data hasil pengukuran digambarkan dalam bentuk grafik atau diagram pencar (*scatter plot*), seperti disajikan pada Gambar 5.

Dengan menggunakan persamaan allometrik dari model terpilih, maka kandungan karbon untuk tiap

komponen pohon dan simpanan karbon untuk total pohon dapat diduga dengan menggunakan Dbh sebagai variabel pembuka. Berdasarkan analisis varian untuk masing-masing model menunjukkan nilai signifikan ($< 0,05$), baik untuk korelasi hubungan dan nilai konstanta serta koefisien prediktor



Gambar 5. Grafik Hubungan Dbh dengan Total Potensi Karbon

Potensi Kandungan Karbon Tegakan

Dari hasil persentase karbon terhadap biomassa untuk seluruh produk karbonasi, maka dapat dihitung kemampuan pohon dalam menyimpan karbon.. Dalam penelitian ini rata-rata kandungan karbon dari biomassa pohon dengan menggunakan asumsi

bahwa isi karbon adalah konstan 50% dari berat biomassa (Brown, 1986) atau 45% dari biomassa (Whittaker and Likens, 1973 dalam lukito 2010).

Dengan menggunakan data potensi biomassa tegakan, maka potensi Kandungan karbon tegakan Jati Unggul Nusantara dapat

diketahui.seperti disajikan pada Tabel 12. Sebagai berikut :

:Tabel 12. Rata-rata Potensi Karbon tiap Komponen Pohon Tanaman JUN

No Pohon	Dbh	Vol	Kandungan Karbon Organ Tanaman JUN (Kg)				
	cm	m ³	Akar	Batang	Cabang	Daun	Total
Total	3,988.22	28.47	580.78	1,507.01	447.86	302.95	2,838.60
Rerata	11.05	0.08	1.61	4.17	1.24	0.84	7.86
Min	3.18	0.00	0.09	0.24	0.07	0.05	0.44
Max	21.02	0.74	15.07	39.10	11.62	7.86	73.65
Std Dev	3.06	0.06	1.24	3.23	0.96	0.65	6.08
Convidance	5.10	0.02	0.35	0.90	0.27	0.18	1.69

Sumber : data primer diolah

Pada Tabel 12 di atas terlihat potensi kandungan karbon rata rata tegakan sampel pohon berkisar antara 7,86 kg, terkecil sebesar 0,44 kg per pohon dan terbesar 73,65 kg per pohon.. Bila di konversikan dalam satuan m³/ha maka potensi karbon di desa Trosono dengan adanya tanaman jati unggul nusantara berkisar antara 8.73 ton karbon per hektar .

Estimasi Potensi Penyerapan CO₂ Tanaman JUN

Pengukuran potensi penyerapan gas CO₂ dilakukan dengan menggunakan perbandingan berat masa gas CO₂ dengan berat masa atom C. Rata-rata potensi penyerapan CO₂ dari tanaman Jati Unggul Nusantara Di Desa Trosono, Kec. Parang. Kab. Magetan seperti disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Potensi Penyerapan CO₂ Tanaman Jati Unggul Nusantara

Umur Thn	Kandungan C Pohon kg	Potensi Penyerapan CO ₂ (kg)	Jumlah Pohon per ha	Potensi Carbon ton/ha	Potensi Penyerapan CO ₂ ton/ha
5	7,86	3.66	1.111	8,73	31,97

Sumber : Data primer diolah/

Besarnya potensi penyerapan CO₂ tanaman Jati Unggul Nusantara sangat di pengaruhi oleh kemampuan daun menyerap CO₂ di dalam proses fotosintesis, bila di konversi ke jumlah tanaman per hektar rata-rata 31.97 ton CO₂/ha dari total Jumlah tanaman jati unggul nusantara di desa Trosono adalah sebesar 3.610 pohon . Penelitian Lukito (2012) mengatakan Serapan CO₂ tanaman Jati Unggul Nusantara di Desa Krowe Kec. Lembeyan Kab. Magetan di hasilkan maksimal sebesar 240, 55 ton carbon. Harjana AK, (2009) menyatakan penyerapan CO₂ pada tanaman *Acacia mangium* di HTI Surya Hutani

Jaya Kalimantan Timur sebesar 200.75 ton CO₂/hektar, Tanaman *Eukaliptus pelitta* (klon) 69.31 ton CO₂/hektar dan tanaman *Eukaliptus pelitta* (biji) 74.08 ton CO₂/hektar.. Penelitian OKI (2008) menyatakan bahwa penyerapan CO₂ tanaman *Acacia mangium* di PT. Finnantara Intiga sebesar 35 ton CO₂/ha/tahun. Dengan demikian, sebenarnya hutan tanaman juga memiliki peranan yang sangat besar dalam upaya mitigasi pemanasan global, walaupun tidak dapat menyamai kemampuan hutan alam. Karakter hutan tanaman rakyat yang monokultur dengan daur yang sangat pendek menyebabkan

penyerapan energi menjadi tidak maksimal, dan tidak mampu menyamai kemampuan hutan alam yang lebih heterogen dengan daur yang sangat panjang.

KESIMPULAN

1. Estimasi potensi tegakan berdiri untuk hutan rakyat tanaman JUN di Desa Trosono Kec. Parang Kab. Magetan pada umur 5 tahun berkisar $288,74 \text{ m}^3$, atau dengan rata-rata sebesar $87,667 \text{ m}^3/\text{ha}$ rata-rata volume per pohon sebesar $0,1337 \text{ m}^3$ dengan volume terbesar sebesar $0,00789 \text{ m}^3$ dan volume Terkecil sebesar $0,0045 \text{ m}^3$ dan terbesar sebesar $0,7387 \text{ m}^3$.
2. Total potensi biomassa tegakan JUN adalah 56,2 ton. Atau bila di nyatakan dalam satuan luas per hektar maka biomassa tanaman jati unggul nusantara di Desa Trosono kec. Parang Kab. Magetan rata rata sebesar 17,295 ton per hektar. Komposisi biomassa organ tanaman pada batang sebesar 53,84 % dari berat total biomassa, sedang akar menempati tempat ke dua sebesar 19,55 %, Cabang sebesar 16,01 % dan yang paling terkecil adalah daun yaitu sebesar 10,60 %
3. Kandungan karbon tegakan sampel pohon berkisar antara 7,86 kg, Bila di konversikan dalam satuan m^3/ha maka potensi karbon berkisar antara 8.73 ton karbon per hektar Komposisi karbon organ tanaman jati unggul nusantara pada organ batang mencapai 53.14 % dari total kandungan karbon pohon, diikuti oleh akar 19,29 %, Cabang 15.30 %, dan daun 10.46 %.
4. Potensi penyerapan CO_2 tanaman JUN sangat di pengaruhi oleh kemampuan daun menyerap CO_2 di dalam proses fotosintesis, bila di konversi ke jumlah tanaman per hektar rata-rata $31.97 \text{ ton CO}_2/\text{ha}$ dari total Jumlah tanaman jati

unggul nusantara di desa Trosono sebesar 3.610 pohon

5. Persamaan allometrik yang di hasilkan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a) Hubungan antara volume JUN dengan diameter setinggi dada (*Dbh*) Volume pohon $Y = 9.801 \text{ Dbh}^{2,409}$
- b) Hubungan Biomassa dengan Diamater setinggi dada (*Dbh*) adalah model power dengan $WT = 0,056 \text{ D}^{2,285}$
- c) Hubungan Kandungan Karbon dengan Diamater setinggi dada (*Dbh*) adalah model power dengan $CT = 0,031 \text{ D}^{2,352}$

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih atas pembiayaan penelitian ini disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi melalui skim penelitian Hibah Dosen Pemula tahun 2013

DAFTAR PUSTAKA

- Bolin et all, 1979, *Carbon Dioxide and Climate: A Scientifif Assesment*, Report of an Ad Hoc Study Group on Carbon Dioxide and Climate, Woods Hole, Massachussets
- Borbours , M.G; J.H Burk dan W.D Pitts., 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. California: The benyamin/Cumings Publishing Company, Inc
- Brown, S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests : A Primer*, FAO Forestry Paper 134, Rome : Food Agruculture Organisation of the United Nations
- Chapman, S.B., 1986. *Production Ecologi and Nutrient Budgets Methods in Plan Ecologi*. Ed. P.D. More and S.B Chapman. Oxford: Black Well Scientific.
- Foley, G. 1993. Pemanasan Global. Penerbit Yayasan Obor, Jakarta
- Hairiah, K dan Rahayu, S., 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre.

- ICRAF Southeast Asia Regional Office. Bogor
- Hardjana, A.K., 2009. Inventore Kandungan Karbon Jenis-jenis Tanaman Penyusun HTI dan Kemampuannya dalam Menyerap Gas CO₂ dari Atmosfer. Tesis Fakultas Kehutanan Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Tidak dipublikasikan
- Heriansyah, Ike. 2005. Potensi Hutan Tanaman Indsutri dalam Mensequester Karbon : Studi Kasus di Hutan Tanaman Akasia dan Pinus. Inovasi Online Vol.3/XVII/Maret 2005. PPI Jepang
- Holdgate, M. 1995. *Greenhouse Gas Balance in Forestry Opening Address to FRCC Conference*. Edited by Savill, P.S., H.L. Wright and I.R. Brown. Forestry, 68 (4) : 297-302
- IPCC, 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Intergovernmental Panel on Climate Change National Greenhouse Gas Inventories Programme. www.ipcc-nggip.iges.or.jp/lulucf/gpoglulucf_unedit.html diakses 4 Maret 2013
- Kimmins, J.P. 1987. *Forest Ecology*. Mac Millan Publishing Company. New York
- Losi, C.J. Thomas, G.S. Richard, C. Juan, E.M., 2003. *Analysis of Alternative Methods for Estimating Carbon Stock in Young Tropical Plantations*, Forest Ecology and Management
- Lukito. Martin. 2010. Studi Inventarisasi Hutan tanaman Kayu Putih Dalam Menghasilkan Biomassa dan karbon hutan. Tesis Fakultas Kehutanan UGM. Tidak Di publikasikan
- Lukito Martin 2012. Estimasi Biomassa dan Karbon Tanaman Jati Umur 5 Tahun (KasusKawasan Hutan Tanaman Jati Unggul Nusantara (JUN) Desa Krowe, Kecamatan Lembeyan Kabupaten Magetan) Agrotek, Jurnal Penelitian Ilmu Ilmu Eksakta, Volume 14 Nomor 1 Maret 2013
- Ludang, Y. dan Hery P. 2007. Biomass and Carbon Content in Tropical Forest of Central Kalimantan. Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation. 2 (1) : 7 – 12.
- Mudiyarso D., 1999. Protokol Kyoto Implikasinya Bagi Negara Berkembang. PT. Kompas Media Nusantara. Jakarta
- Oki, G. 2008. Potensi Hutan Tanaman dalam Menghasilkan Kayu dan Jasa Lingkungan. Tesis Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Tidak di Publikasikan
- Purwanto, R.H. Nunuk, S. Soraya, E. 2007. Lecture Note Manajemen Kuantitatif Hutan Lestari. Program Pascasarjana Ilmu Kehutanan. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Schroeder, Paul. 1992. Carbon Storage Potential of Short Rotation Tropical Tree Plantation. Elsevier Science Publishers B. V., 50(1991) 31-41. Amsterdam
- Simon, H. 2007. Motede Inventore Hutan. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Sulaiman, W. 2004. Analisis Regresi Menggunakan SPSS Contoh Kasus dan Pemecahannya. ANDI. Yogyakarta
- Soemarwoto, O. 2004. Indonesia dalam Kanca Isu Lingkungan Global. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Whittaker, R. H. dan G. E. Likens. 1975. *The Biosphere of Man. In Primary Productivity of The Biosphere*. Edit by: Lieth and Whittaker. Springerlag, New York