

INVENTARISASI BIOMASSA KOMPONEN VEGETASI UNTUK MEMBANGUN PERSAMAAN ALLOMETRIK BIOMASSA TANAMAN PADA TIPE LAHAN AGROFORESTRI *DUSUN* DI MALUKU

Syarif Ohorella¹, Fitriyanti Kaliky²

1, 2 Program Studi Kehutanan, Universitas Darussalam Ambon
Email: agrohut@gmail.com

ABSTRAK

Pendugaan biomassa tanaman pala dengan parameter diameter setinggi dada (dbh) perlu dilakukan dalam rangka membantu pemerintah daerah mempersiapkan agenda akademik terkait Program REDD++ di Maluku serta pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang karbon hutan. Pengumpulan data dilakukan dengan metode destruktif sampling dengan pemilihan pohon sampel secara *purposive* dan dipilih 3 sampel pohon pala dengan diameter setinggi dada (dbh) yang berbeda namun berumur sama yaitu 27 tahun yang mewakili tegakan pala pada lahan agroforestri *dusun* di desa Liang Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh persamaan allometrik untuk mengestimasi kandungan biomassa batang pada tanaman pala (*Miristica pragens*) di lahan agroforestri *dusun* yaitu $B_{batang} = 0,456 dbh^{4,542}$ (kg/pohon) (R^2 0,918) dan kandungan biomassa akar (*below ground*) adalah $B_{akar} = 7,359 dbh^{2,889}$ (kg/pohon) (R^2 0,996). Angka *Biomass Expansion Factor* (BEF) adalah 1,94 dan angka *Root to shoot ratio* (R/S) adalah 0,08.

Kata kunci: *Biomassa, Miristica Pragens, persamaan allometrik*

PENDAHULUAN

REDD+ merupakan pendekatan kebijakan dan insentif positif pada isu-isu yang berkenaan dengan pengurangan emisi yang berasal dari penurunan kerusakan hutan dan tutupan hutan di negara berkembang, peran konservasi, pengelolaan hutan secara lestari serta peningkatan cadangan karbon hutan di negara berkembang. Pemerintah Indonesia terus mendorong diakuinya REDD+ sebagai mekanisme internasional untuk memberikan insentif yang bersifat positif bagi negara yang berhasil mengurangi emisi dari deforestasi dan degradasi hutan.. Selain REDD+, aktivitas pengurangan emisi dari LULUCF juga diprogramkan dalam Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) yang diatur oleh Perpres 61/2001, yang selanjutnya akan dijabarkan menjadi Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK). Berdasarkan RAN-GRK, penurunan emisi GRK dari sektor LULUCF ditargetkan sekitar 80% dari target total penurunan emisi atau sekitar 23% dari total emisi Indonesia pada tahun 2020.

Maluku, salah satu Propinsi kepulauan di Indonesia sebagian besar (80%) dari luas daratannya berupa hutan yang antara lain pengelolaannya oleh masyarakat dengan pola agroforestri *dusun*. Agroforestri *dusun* merupakan suatu sistem pola tanam berbasis pohon dapat mempertahankan cadangan karbon (*C-stock*) karena adanya akumulasi C yang cukup tinggi

ABSTRACT

*The Estimation nutmeg plant biomass with parameters diameter at breast height (dbh) needs to be done in order to help local governments prepare for the academic agenda related to REDD ++ program in Maluku and the development of science in the field of forest carbon. Data collected by destructive sampling method with tree selection and purposively selected sample 3 sample nutmeg trees with a diameter at breast height (dbh) are different but the same, namely 27-year-old representing nutmeg stands on agroforestry hamlet in the village of Liang Salahutu District of Central Maluku . Based on the results obtained allometric equations for estimating biomass content in the plant stem nutmeg (*Miristica pragens*) in agroforestry hamlets namely $dbh^{4,542}$ B.Stem = 0.456 (kg / tree) (R^2 0.918) and root biomass content (below ground) is $B dbh^{2,889}$.Root = 7.359 (kg / tree) (R^2 0.996). Figures Biomass Expansion Factor (BEF) is 1.94 and figure Root to shoot ratio (R / S) was 0.08.*

Keywords : Biomass, *Miristica pragens* , allometric equation.

dalam biomasa pepohonan. Selain dari pada itu sistem ini dapat mengurangi emisi gas bila dibandingkan dengan sistem pertanian monokultur.

Untuk mendukung aktifitas pengurangan emisi maka melalui program Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK) perlu dilakukan pengukuran cadangan karbon pada berbagai tipe lahan, salah satu diantaranya yaitu lahan yang dikelola oleh masyarakat dengan pola agroforestri *dusun* dengan menduga seberapa besar kandungan biomasanya.

METODOLOGI

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Tipe lahan agroforestri *dusun* di Negeri Liang Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. Obyek yang dikaji pada penelitian ini adalah organ tanaman (batang, cabang/ranting Daun dan akar) . Pengukuran pohon-pohon sampel dilakukan pada bulan Maret-April 2014. Penebangan pohon sampel dilakukan pada bulan Mei 2014, Analisis biomassa dilakukan di Laboratorium Ilmu-Ilmu Dasar UNIDAR setelah pengukuran pohon-pohon sampel selesai yakni pada bulan Mei – Juli 2014.

Variabel penelitian

- Diameter batang setinggi dada (diameter batang pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah/*diameter breast high*)
- Tinggi pohon total
- Faktor bentuk (*form factor*)
- Volume pohon berdiri
- Volume sortimen
- Berat basah tiap-tiap organ pohon di atas permukaan tanah (batang, cabang/ranting dan daun),
- Berat basah organ pohon di dalam tanah (akar)
- Berat basah sampel organ tanaman (akar, batang, cabang/ranting dan daun)
- Berat kering sampel organ tanaman (akar, batang, cabang/ranting dan daun)
- Biomassa organ pohon di atas permukaan tanah (batang, cabang/ranting dan daun)
- Biomassa organ pohon di dalam tanah (akar)
- *Root to Shoot Ratio* (R/S)

Pengukuran Biomassa di Atas Permukaan dan di Dalam Tanah

Kandungan biomassa sampel organ pohon di atas permukaan tanah (batang, cabang/ranting dan daun) dan di dalam tanah (akar) ditimbang dan diukur berat basah dan berat kering tanur. Berat basah diperoleh dengan menimbang sampel sebelum dimasukkan ke dalam oven. Sedangkan berat kering tanur diperoleh dengan cara pengovenan pada suhu $103 \pm 2^\circ \text{C}$ untuk sampel batang, cabang/ranting dan akar sedangkan untuk daun dilakukan pengovenan pada suhu $80 \pm 2^\circ \text{C}$ sampai tercapai berat kering konstan atau berat kering tanur

Tiap bagian organ batang, cabang, daun maupun akar dihitung kandungan biomasanya dengan menggunakan rumus berikut :

$$BO = \frac{BK}{BB} \times BBt$$

Keterangan :

BO = Biomassa organ; biomassa daun , biomassa cabang, biomassa batang dan biomassa akar.

BK = Berat kering konstan sampel (g).

BB = Berat basah sampel (g)

BBt = Berat basah per bagian pohon; berat basah daun, berat basah cabang, berat basah akar dan berat basah batang

Biomassa total untuk setiap individu pohon diperoleh dengan menjumlahkan biomassa di atas permukaan tanah dan biomassa di dalam tanah, dengan rumus :

$$B_{tot} = B_{bg} + B_a$$

Keterangan:

Btot = Biomassa total individu pohon

Babg = Biomassa di atas permukaan tanah

Ba = Biomassa di dalam tanah

Persamaan Allometrik

Dalam mencari korelasi dan regresinya dilakukan dengan metode dan analisis regresi yang dikembangkan menjadi persamaan regresi. Secara umum persamaan regresi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$Y = aX^b$$

Keterangan :

Y = Variabel bergantung (*dependent variable*), berupa total biomassa pohon

X = Variabel bebas (*independent variable*), berupa diameter setinggi dada (DBH) atau DBH kuadrat dikalikan tinggi pohon (DBH²H)

a,b = Konstanta

HASIL

Kandungan Biomassa dan Karbon Tanaman Utama

Berdasarkan hasil inventarisasi dan pengamatan jenis pada 3 jalur pengamatan yang diamati di lokasi penelitian maka didapatkan hasil jenis yang dominan pada tingkat pohon yaitu pohon pala dan sekaligus sebagai jenis tanaman utama.

Proses analisis biomassa pada penelitian ini menggunakan metode *destruktif sampling* yaitu melakukan penebangan kemudian penimbangan berat basah secara langsung pada tiap bagian organ pohon pala (daun, cabang/ranting, batang dan akar) dan mengonversinya menjadi berat kering (biomassa) menggunakan nilai kadar air yang diperoleh dari tiap sampel masing-masing organ pohon tersebut. Sampel daun dipisah menjadi 3 bagian yaitu bagian pangkal, tengah dan ujung kemudian ditimbang berat basah masing-masing sampel seberat 25 g. Sampel daun yang telah ditimbang, dikeringkan ke dalam oven pada suhu 80°C. Untuk sampel masing-masing organ batang, cabang/ranting dan akar dibuat dalam bentuk potongan kecil (disk) seperti yang telah dipaparkan dalam metode penelitian. Tujuan pembuatan disk pada sampel organ batang, cabang/ranting dan akar adalah untuk memudahkan dalam pengovenan dalam hal ini untuk sekali pengovenan dapat dilakukan terhadap banyak sampel (memaksimalkan volume oven). Sebelum sampel organ dikeringkan di dalam oven terlebih dahulu ditimbang berat basah dan didiamkan pada suhu ruangan. Proses didiamkan pada suhu ruangan ini bertujuan agar proses pengovenan dapat dilakukan dengan cepat serta sampel disk tidak pecah saat di oven. Suhu yang digunakan untuk pengovenan organ batang, cabang/ranting dan akar adalah 103°C. Untuk memperoleh berat kering tanur dilakukan penimbangan secara berkala sampai diperoleh hasil berat penimbangan yang relative sama atau konstan sebanyak tiga kali penimbangan. Nilai berat kering konstan inilah yang disebut sebagai biomassa.

Kandungan Biomassa Organ Pohon Pala di Atas Permukaan Tanah (*Above Ground*)

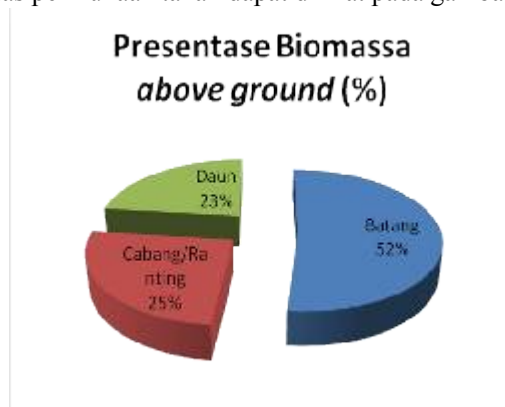
Kandungan biomassa organ pohon pala di atas permukaan tanah (*above ground*) pada lahan agroforestri *dusun* di Desa Liang merupakan penjumlahan dari kandungan biomassa batang, cabang/ranting, daun dan buah. Hanya saja dalam penelitian ini perhitungan biomassa buah pala tidak termasuk karena pada saat dilakukan penelitian, pohon pala tidak sedang dalam musim berbuah. Rata-rata kandungan biomassa pada berbagai organ pohon pala di atas permukaan tanah (batang, cabang/ranting dan daun) disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Kandungan Biomassa Organ Pohon Sampel Tanaman Pala di Atas Permukaan Tanah

Pohon Sampe l	Jalu r	Umu r (Thn)	dbh	h	Biomassa (Kg)			
					Batang	Cab/rantin g	Daun	Above Ground
1	1	27	15.28	14.9	112235.8 16	97701.299 1	81451.02 45	291388.14
2	2	27	17.51	15.2	177935.5 3	73231.882 9	63022.44 06	314189.85 4

3	3	27	18.21	14.0	255200.704	95456.1179	99886.5648	450543.387
Total					545372.05	266389.33	244360.03	1056121.38
Rerata					181790.683	88796.4333	81453.3433	352040.46
Persentase (%)					51.6391449	25.2233602	23.1374949	100

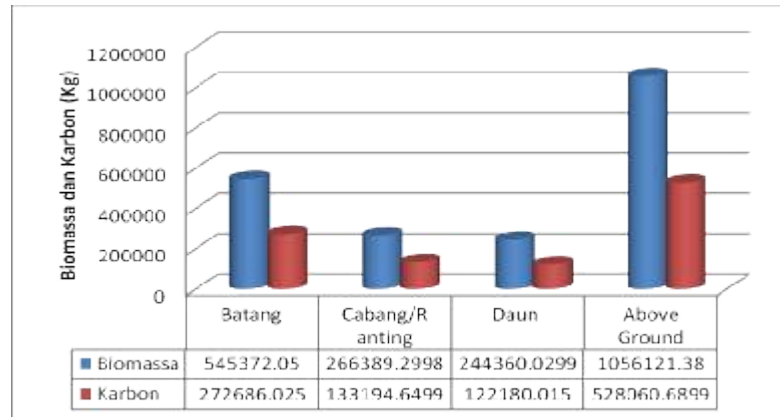
Berdasarkan Tabel 5.1, terlihat bahwa biomassa terbesar untuk organ pohon pala di atas permukaan tanah (*Above ground*) terdapat pada bagian batang dan selanjutnya secara berurutan terdapat pada bagian cabang/ranting dan bagian daun. Besarnya persentase masing-masing organ tanaman pala di atas permukaan tanah dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut:



Gambar 5.1 Persentase kandungan biomassa pada organ tanaman pala *above ground*

Persentase kandungan biomassa terbesar adalah terdapat pada bagian batang yaitu 52% dari total biomassa *above ground* dan terkecil terdapat pada bagian daun. Hal ini sesuai dengan penelitian Brown (1997) bahwa biomassa pada bagian berkayu umumnya mempunyai kadar biomassa kurang lebih 60% dari total biomassa pohon bagian atas tanah. Batang memiliki total berat kering organik atau biomassa yang cukup besar dibandingkan bagian-bagian lainnya karena bagian batang adalah bagian berkayu dan merupakan tempat disimpannya cadangan makanan hasil fotosintesis yang digunakan untuk melakukan pertumbuhan baik ke arah vertikal (tinggi) maupun horisontal (diameter). Berbeda dengan daun yang memiliki total biomassa terkecil (23%), hal ini dimungkinkan karena daun merupakan tempat berlangsungnya proses fotosintesis yang hasilnya didistribusikan ke bagian pohon lainnya, selain itu senyawa organik yang terkandung pada daun lebih tinggi kandungan protein dari pada kandungan selulosa. Karena kandungan protein yang tinggi menyebabkan daun lebih cepat terdekomposisi dibandingkan organ batang yang memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi disamping juga mengandung lignin sehingga proses terdekomposisinya membutuhkan waktu yang lama.

Nilai karbon masing-masing organ tanaman pala di atas permukaan tanah didapat dari penggunaan tetapan Brown yaitu 50% dari kandungan biomassa adalah karbon. Data kandungan karbon organ pohon pala di atas permukaan tanah disajikan dalam bentuk histogram pada Gambar 5.2.



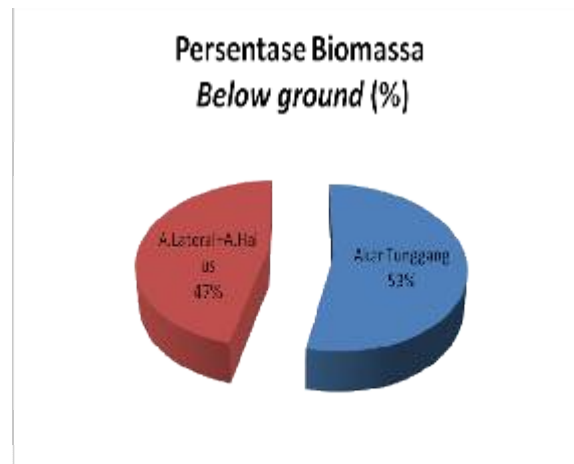
Gambar 5.2. Kandungan Biomassa dan Karbon organ pohon pala *above ground*

Salah satu faktor yang memengaruhi perbedaan proporsi biomassa batang antara pohon-pohon sampel tanaman pala (*Miristica pragens*) adalah dimensi pohon (diameter dan tinggi). Semakin tinggi ukuran diameter dan tinggi pohon maka proporsi biomassa batang juga akan besar, sehingga secara otomatis akan berpengaruh terhadap kandungan karbonnya.

Kandungan Biomassa Organ Pohon Pala di Bawah Permukaan Tanah (*Below Ground*)

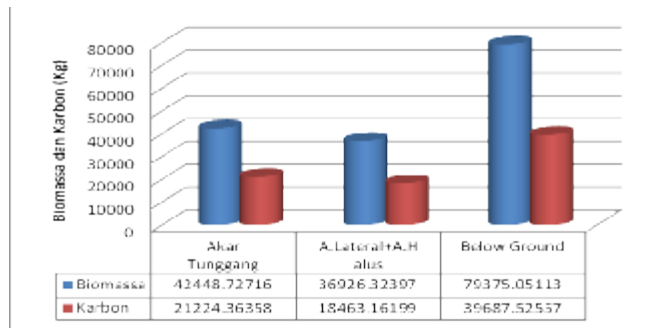
Kandungan biomassa dan alokasi karbon ke akar merupakan hal yang sangat penting karena proses pada akar berkaitan dengan produktivitas tumbuhan dan fisiologi tumbuhan. Tanpa system akar yang memadai untuk menyeimbangkan batang maka tanaman tidak akan berkembang dengan normal.

Persentase kandungan biomassa pada masing-masing bagian akar disajikan pada gambar berikut:



Gambar 5.3. Persentase kandungan biomassa pada organ pohon pala *below ground*

Penggunaan tetapan Brown untuk mengetahui nilai karbon yaitu 50% dari kandungan biomassa akar adalah nilai karbon, secara sederhana disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4. Grafik histogram kandungan biomassa dan karbon organ pohon pala di bawah permukaan tanah (*below ground*)

Terlihat pada Gambar 5.3 dan 5.4, kandungan biomassa dan karbon terbesar terletak pada bagian akar tunggang dibandingkan dengan gabungan akar lateral dan akar halus. Hal ini karena volume atau berat akar tunggang lebih besar dibandingkan bagian lain sehingga berpengaruh terhadap besarnya kandungan biomassa dan karbon pada masing-masing bagian akar pohon pala.

Pada penelitian ini, walaupun tidak diketahui berapa banyak biomassa akar yang tetap di dalam tanah atau hilang selama proses penggalian namun kemungkinan kesalahan diasumsikan kecil karena akar tunggang nilainya sudah sekitar 50% dari rata-rata berat kering sampel akar yang dikumpulkan.

Persamaan Allometrik untuk Menduga Kandungan Biomassa

Untuk memudahkan perkiraan perhitungan biomassa digunakan persamaan allometrik. Allometri didefinisikan sebagai suatu studi dari suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan pertumbuhan atau ukuran dari keseluruhan organisme (Sutaryo, 2009).

Pendugaan kandungan biomassa menggunakan persamaan allometrik yang dilakukan dengan membuat hubungan regresi antara biomassa organ pohon dari 3 pohon sampel dengan ukuran diameter setinggi dada (dbh).

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5.1 dan Lampiran 2 (data biomassa organ akar pada pohon pala), maka dihasilkan persamaan allometrik dengan kandungan biomassa sebagai variabel bergantung (*dependent variable*) dan dbh sebagai variabel bebas (*independent variable*). Pemilihan persamaan allometrik terbaik dilakukan dengan menguji beberapa persamaan dengan menggunakan program SPSS 16. Dalam Santoso (2001), menjelaskan bahwa seberapa baik tidaknya persamaan regresi dalam memprediksi dapat dilihat pada deviasi hasil prediksi dengan data sebenarnya. Nilai deviasi pada persamaan regresi dapat dilihat pada nilai kesalahan standar estimasi (SSE). Ukuran lain yang dapat digunakan adalah koefisien determinasi yang merupakan seberapa besar variasi dari variabel bergantung bisa dijelaskan oleh variasi dalam variabel bebas dan untuk menguji kontribusi variabel bebas terhadap variabel bergantung digunakan uji F atau disebut juga uji kelayakan model persamaan. Sedangkan uji t digunakan untuk menentukan apakah variabel-variabel dalam persamaan regresi secara individu signifikan dalam memprediksi nilai variabel bergantung (melihat signifikansi koefisien a dan koefisien pada variabel bebas/koefisien b). Pada Tabel 5.2 disajikan model persamaan allometrik terpilih untuk menduga biomassa masing-masing organ ataupun untuk menduga biomassa secara keseluruhan.

Tabel 5.2 persamaan allometrik untuk estimasi biomassa dengan parameter dbh

No	Variabel	Model	Persamaan	R	R ²	JKE	F _{sig}
1	dbh-biomassa batang	Power	0,456dbh ^{4,542}	0,958	0,918	0,028	sig
2	dbh-biomassa cabang/ranting	Power	785985,6dbh ^{-0,774}	0,420	0,176	0,042	sig
3	dbh-biomassa daun	Power	38608,4dbh ^{0,258}	0,097	0,009	0,106	sig
4	dbh-biomassa akar	Power	7,359dbh ^{2,889}	0,998	0,996	0,000	sig
5	dbh-biomassa above ground	Power	1167,078dbh ^{2,013}	0,751	0,563	0,047	sig
6	dbh-biomassa total	Power	1054,164dbh ^{2,075}	0,782	0,611	0,041	sig

Persamaan allometrik antara dbh dengan biomassa menunjukkan hubungan yang berbentuk pangkat (power).

Biomass Expansion Factor (BEF) dan Root to Shoot Ratio (R/S)

Brown (1997) mendefinisikan *Biomass Expansion Factor* (BEF) sebagai ratio antara berat kering pohon bagian atas (daun, batang dan cabang) dengan berat kering batang. Nilai BEF ini digunakan untuk menghitung nilai biomassa total bagian atas dari data inventarisasi hasil hutan berupa data volume dengan cara mengkonversi biomassa batang ke biomassa total bagian atas (*above ground biomass*). Biomassa total bagian atas dapat dihitung dengan rumus : $VOB \times WD \times BEF$, dimana VOB = Volume kayu, WD = kerapatan kayu dan BEF = *Biomass Expansion Factor*

Berdasarkan data pada Tabel 5.1 maka diperoleh rata-rata nilai BEF pohon sampel pala sebesar 1,94.

Nilai Root to shoot ratio dapat digunakan untuk menentukan biomassa bagian bawah pohon (akar) dengan biomassa atas pohon. Berdasarkan perpaduan data pada Tabel 5.1 dan data pada Lampiran 1, maka diperoleh nilai R/S pohon sampel pala yaitu 0,08.

Nilai BEF dan R/S ini dapat digunakan untuk menduga total C-Stock tegakan dengan rumus: $C = (V \times WD \times BEF) \times (1 + R/S) \times CF$, C adalah total C Stock (ton/ha), V adalah volume tegakan (m^3/ha), WD adalah rata-rata kerapatan kayu (ton/ha), BEF adalah ratio biomassa atas dengan biomassa batang, R/S adalah ratio biomassa akar dengan biomassa atas dan CF adalah nilai kandungan karbon dalam biomassa (*IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, 2003*).

KESIMPULAN

1. Persamaan allometrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengestimasi kandungan biomassa batang pada tanaman pala (*Miristica pragens*) di lahan agroforestri *dusun* yaitu $B.batang = 0,456 dbh^{4,542}$ (kg/pohon) (R^2 0,918) dan kandungan biomassa akar (*below ground*) adalah $B.akar = 7,359 dbh^{2,889}$ (kg/pohon) (R^2 0,996).
2. Nilai *Biomass Expansion Factor* (BEF) adalah 1,94 dan nilai *Root to shoot ratio* (R/S) adalah 0,08

REFERENSI

- Brown, S., A.J.R. Gillespie and A.E. Lugo. 1989. Biomass Estimation Method for Tropical Forest with Application to Forest Inventory Data. *Forest Science* 35(4): 881-902
- Brown, S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer*. (FAO Forestry Paper - 134). FAO, Rome.
- FAO. 1987. Manual Inventore Hutan (diterjemahkan oleh H. Simon). UI Press. Jakarta.
- Hairiah, K dan Rahayu, S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre. ICRAF Southeast Asia Regional Office. Bogor
- Murdiyarsa, D. 2003. Sepuluh Tahun Perjalanan Negosiasi Konvensi Perubahan Iklim. Penerbit Buku Kompas, Jakarta.
- Nurhidayati, Arief, W., Pramudya., Giorgio, B.I., Josi, C., Lili, H., Bernadinus, S., dan Mumu, M. 2010. Hukum Perubahan Iklim. Huma, Jakarta.
- Perum Perhutani. 1997. Pedoman Pembagian Batang Kayu Bundar Rimba. PHT 51-Seri Produksi 96. Jakarta.
- Purwanto, R.H. 2010. Bahan Ajar Produksi Hutan, Program Pascasarjana, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- Purwanto, R.H. 2009. Bahan Ajar Inventore Biomassa Hutan, Program Pascasarjana, Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Santoso, S. 2001. SPSS Versi 10: Mengolah Data Statistik Secara Profesional. Penerbit PT. Elex Media Komputindo. Kelompok Gramedia, Jakarta.

- Sari., Agus, P., Martha, M., Ria, N., Butarbutar., Rizka, E.S., Wisnu, R. 2007. Executive Summary. Indonesia and Climate Change Working Paper on Current Status and Policies. PT. Pelangi Energi Abadi Citra Enviro (PEACE) Jakarta.
- Sulaiman, W. 2004. Analisis Regresi Menggunakan SPSS. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Simon, H. 2007. Metode Inventore Hutan. Pustaka Pelajar, Yogyakarta
- Susanta, G dan Hari, S. 2008. Akankah Indonesia Tenggelam Akibat Pemanasan Global?. Penebar Swadaya, Jakarta
- Sutaryo, D. 2009. Penghitungan Biomassa. Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Wetlands International Indonesia Programme, Bogor.
- Wikipedia. 2010. Pemanasan Global. Wikipedia Indonesia. Ensiklopedia Bebas Berbahasa Indonesia. [http://id.wikipedia.org/wiki/Pemanasan Global-dikunjungi 15 September 2010](http://id.wikipedia.org/wiki/Pemanasan_Global-dikunjungi_15_September_2010).