

Biomassa dan Karbon dibawah Permukaan Tanah Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) pada Lahan Agroforestry

*(Biomass and Carbon below the ground of Sengon Stand (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) on Agroforestry Land)*

Fitriyanti Kaliky^{1*}, Syarif Ohorella¹

¹Fakultas Pertanian Universitas Darussalam Ambon
Email korespondensi: fitriyantikaliky@yahoo.co.id

Abstract

*In calculating the amount of carbon mass in the sengon tree, difficulties are often encountered, especially in calculating the carbon mass of the root because it is located below the ground. Therefore a certain method is needed to estimate the carbon mass in these organ. This study aims to (1) Measure the biomass content found in the roots of sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen), (2) Estimate the below ground potential of the sengon stand on agroforestry land. Biomass measurement is done by destructive method, which is doing damage to trees. The trees to be cut are 2 trees in the class diameter > 30 cm and < 10 cm. The biomass components to be measured are root neck, taproot and lateral roots. Each component is divided into sub-samples and each sub-sample is taken partially to be used as a sample of dry weight (dried). The total below ground biomass potential of 18 sengon stands (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) obtained was 0.370 tons / ha. From the biomass potential that has been obtained, it is then converted into carbon form (ton C / ha) by multiplying the biomass value by a conversion factor of 0.5 (Brown, 1997), so that the below ground carbon content of sengon stands on 3 agroforestry fields is obtained. hectares is 0.185 tons C / ha.*

Keywords: *below the ground, carbon mass, sengon*

Abstrak

Dalam menghitung jumlah massa karbon pada pohon sengon sering ditemui kesulitan khususnya dalam menghitung massa karbon bagian akar karena letaknya yang berada di bawah tanah. Oleh karena itu diperlukan metode tertentu untuk menduga massa karbon dalam akar pohon. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengukur kandungan biomassa yang terdapat pada akar sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen), (2) Menduga potensi karbon di bawah permukaan tanah (*below ground*) tegakan sengon pada lahan agroforestri. Pengukuran biomassa dilakukan dengan metode *destructive* yaitu melakukan perusakan terhadap pohon. Pohon yang akan ditebang adalah 2 pohon pada kelas diameter > 30 cm dan < 10 cm. Komponen biomassa yang akan diukur adalah leher akar, akar tunggang dan akar lateral. Masing-masing komponen dibagi menjadi sub-sub sampel dan masing sub sampel diambil sebagian untuk dijadikan sampel berat kering (dikeringkan). Potensi kandungan biomassa total *below ground* dari 18 tegakan sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) yang di peroleh adalah sebesar 0,370 ton/ha. Dari potensi biomassa yang telah diperoleh, kemudian diubah kedalam bentuk karbon (ton C/ha) yaitu dengan mengalikan nilai biomassa dengan factor konversi sebesar 0,5 (Brown, 1997), sehingga di peroleh kandungan karbon *below ground* tegakan sengon pada lahan agroforestri seluas 3 hektar adalah sebesar 0,185 ton C/ha.

Kata kunci: Akar, massa karbon, Sengon

I. Pendahuluan

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang dipicu oleh kegiatan manusia terutama yang berkaitan dengan penggunaan bahan bakar fosil (BBF) dan alih guna lahan. Fenomena tersebut telah banyak dibicarakan oleh berbagai pihak, dimana efek dari fenomena tersebut mempunyai dampak yang sangat signifikan terhadap kehidupan semua makhluk hidup apabila tidak segera dilakukan upaya pencegahan.

Berkaitan dengan hal tersebut para pemerhati lingkungan mulai mengkhawatirkan keadaan yang akan terjadi di planet ini seandainya pemanasan global terus berlanjut. Salah satu alternatif yaitu dengan cara mempertahankan luas hutan yang ada di permukaan bumi ini yang didasarkan pada fungsi ekologi hutan sebagai penyangga kehidupan. Salah satu cara yang paling efektif dalam penurunan emisi gas rumah kaca yaitu dengan memanfaatkan sifat alami pohon sebagai penyerap CO₂ (Murdiyarso 2003).

Menurut Atmosuseno (1998), jenis tanaman berkayu yang cepat tumbuh dapat menyerap karbon lebih tinggi dibandingkan jenis tanaman yang lambat tumbuh. Sengon merupakan jenis pohon cepat tumbuh (*fast growing spesies*) yang tingginya bisa mencapai 45 m pada saat umur 25 tahun. Dipilihnya sengon pada penelitian ini karena pohon sengon dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah mulai dari yang drainase jelek hingga baik, pada tanah marginal sampai tanah yang banyak mengandung unsur hara, pada tanah yang memiliki masalah salinitas dan pada tanah yang kering atau lembab. Dengan sifatnya yang demikian tentunya proses fotosintesis akan berjalan secara optimal dan dapat menyerap CO₂ lebih banyak dari pohon pada umumnya.

Untuk mengetahui jumlah massa karbon dalam sengon, perlu dilakukan penelitian potensi karbon pada tegakan tersebut. Dalam menghitung jumlah massa karbon pada pohon sengon sering ditemui kesulitan khususnya dalam menghitung massa karbon bagian akar karena letaknya yang berada di bawah tanah. Oleh karena itu diperlukan metode tertentu untuk menduga massa karbon dalam akar pohon.

II. Metodologi Penelitian

2.1. Materi

Penelitian ini dilakukan pada kawasan agroforestri seluas 3 hektar yang di kelola oleh kelompok tani di Dusun Waringin Cap Desa Wayame Kecamatan Teluk Ambon Kota Ambon. Pengukuran biomassa dilakukan dengan metode *destructive* yaitu melakukan perusakan terhadap pohon. Pohon yang akan ditebang adalah 2 pohon pada kelas diameter > 30 cm dan < 10 cm. Komponen biomassa yang akan diukur adalah leher akar, akar tunggang dan akar lateral. Masing-masing komponen dibagi menjadi sub-sub sample dan masing sub sample diambil sebagian untuk dijadikan sample berat kering (dikeringkan).

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara menggali seluruh bagian akar bekas tebang sengon, yang dalam hal ini adalah leher akar, akar tunggang, akar lateral dan rambut akar. Pengambilan rambut akar tidak dilakukan, di sebabkan karena tekstur tanah yang keras saat dilakukan penelitian dan kondisi tegakan yang rapat sehingga sulit untuk memisahkan antara rambut akar tegakan sengon dengan akar halus tegakan lainnya. Pengambilan sub-sampel dilakukan sebanyak 3 ulangan yaitu pangkal, tengah dan ujung dengan ukuran 2 cm pada masing-masing sub sampel, kecuali disk sampel. Dari masing-masing sampel tersebut kemudian di beri lebel guna di teliti lebih lanjut di laboratorium.

Sub sampel yang sudah ada ditimbang berat keringnya dalam oven sampai berat konstan pada suhu 105⁰C selama 48 jam di laboratorium (Brown, 1997). Setelah itu sampel didinginkan dengan desikator atau dibiarkan beberapa jam dalam oven. Penimbangan sub sample harus dilakukan sesegera mungkin setelah keluar dari oven karena jika terlalu lama dapat menyerap kelembaban dan menambah beratnya. Kemudian sampel ditimbang dengan timbangan digital analitik dengan ketelitian minimal 2 desimal. Jumlah keseluruhan berat kering dari semua komponen pohon umumnya dinyatakan dengan satuan kg (Brown, 1997).

Model yang digunakan untuk mengestimasi biomassa dapat melalui persamaan allometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa (Australian Greenhouse Office,

1999). Model atau persamaan alometrik biomassa yang biasa digunakan adalah dengan menerapkan diameter sebagai nilai penduga. Dengan menggunakan *Software spreadsheet* (MS Excel) atau statistik (SPSS) maka persamaan alometrik terbaik dapat dilihat berdasarkan nilai R^2 (adj) tertinggi. SNI Pengukuran Cadangan Karbon menetapkan penggunaan DBH sebagai penduga dan memberikan ruang untuk memilih model matematika terbaik yang digunakan.

2.2. Pendugaan Biomassa

Data yang digunakan untuk membangun persamaan biomassa akar pohon adalah diameter dalam centimeter. Biomassa tiap segmen akar sengon (leher akar, akar tunggang dan lateral) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Bo = \frac{BK}{BBS} \times BBt$$

Dimana :

Bo = biomassa organ akar (leher akar, akar tunggang dan lateral dalam gr)

BK = biomassa sampel/berat kering konstan (gr)

BBS = berat basah sampel (gr)

BBt = berat basah total organ akar. Dalam hal ini berupa berat basah leher akar (Bl), akar tunggang (Bat) dan akar lateral (Bal).

Biomassa total per individu pohon merupakan penjumlahan dari biomassa tiap-tiap organ akar yang dinyatakan dalam rumus :

$$Bt = Bl + Bat + Bal$$

Dimana :

Bt = biomassa total untuk satu individu pohon (kg)

Bl = biomassa leher akar (kg)

Bat = biomassa akar tunggang (kg)

Bal = Biomassa akar lateral (kg)

Untuk menduga biomassa pada akar tegakan sengon menggunakan metode destruktif adalah dengan menyusun persamaan allometrik. Biomasa pohon di hutan sekunder atau di lahan agroforestri biasanya ditaksir dengan menggunakan rumus alometrik yang dikembangkan oleh Brown(1997):

$$Yk = aD^b$$

Dimana:

Yk = Berat kering biomassa per pohon (kg)

D = Diameter setinggi dada (cm)

a dan b = Konstanta

2.3. Pendugaan Nilai Karbon

Kandungan karbon (carbon stock) dapat di hitung dengan menggunakan asumsi bahwa 50% dari biomassa hutan tersusun atas karbon sehingga dari hasil perhitungan biomassa dapat diubah kedalam bentuk karbon (ton C/ha) yaitu dengan mengalikan nilai biomassa dengan factor konversi sebesar 0,5 (Brown, 1997).

Model massa karbon :

$$C = B \times 0,5$$

Dimana :

C = Karbon (ton C/ha)

B = Biomassa (ton/ha)

III. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sebaran tegakan sengon dan Potensi Kandungan Biomassa Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen)

Berdasarkan hasil inventarisasi di lapangan, terdapat 18 pohon sengon pada lahan agroforestri seluas 3 ha yang dikelola oleh petani pada dusun Waringin Cap (Tabel 1). Inventarisasi dilakukan dengan mengukur diameter dan tinggi pohon. Pengukuran diameter lebih mudah dan akurat di lapangan jika dibandingkan dengan pengukuran tinggi pohon.

Biomassa merupakan banyaknya materi organik yang tersimpan dalam pohon. Biomassa dapat diukur dengan mengetahui berat atau volume bagian-bagian pohon. Kandungan biomassa pohon merupakan penjumlahan dari kandungan biomassa tiap organ akar yang merupakan gambaran total material organik hasil dari fotosintesis. Melalui proses fotosintesis, CO₂ di udara diserap oleh tanaman dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi karbohidrat, selanjutnya di distribusikan keseluruh bagian tanaman. Dalam penelitian ini, penghitungan biomassa meliputi organ akar sengon yaitu leher akar, akar tunggang dan akar lateral. Biomassa rata-rata komponen-komponen akar pohon sengon hasil penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Sebaran Tegakan Sengon Pada Lahan Agroforestri

Petak Contoh	No.	Diameter (cm)	Tinggi Pohon (m)
I	1	54	23.03
	2	55	36.33
	3	16	10.61
	4	58	36.33
II	1	37	29.13
	2	24	19.73
	3	14	13.63
	4	51	31.33
	5	12	9.27
III	1	60	22.33
	2	32	14.53
	3	32	25.53
	4	60	36.33
	5	22	13.63
	6	39	19.03
	7	24	13.63
	8	49	23.03
	9	32	17
Total	18		

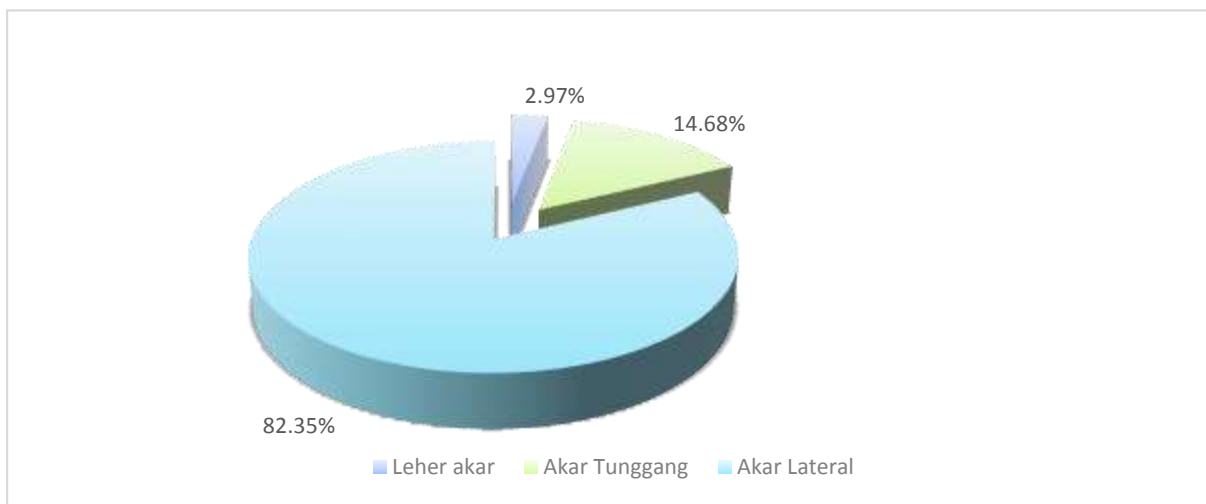
Biomassa merupakan banyaknya materi organik yang tersimpan dalam pohon. Biomassa dapat diukur dengan mengetahui berat atau volume bagian-bagian pohon. Kandungan biomassa pohon merupakan penjumlahan dari kandungan biomassa tiap organ akar yang merupakan gambaran total material organik hasil dari fotosintesis. Melalui proses fotosintesis, CO₂ di udara diserap oleh tanaman dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi karbohidrat, selanjutnya di distribusikan keseluruh bagian tanaman. Dalam penelitian ini, penghitungan biomassa meliputi organ akar sengon yaitu leher akar, akar tunggang dan akar

lateral. Biomassa rata-rata komponen-komponen akar pohon sengon hasil penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Biomassa rata-rata tiap segmen akar sengon

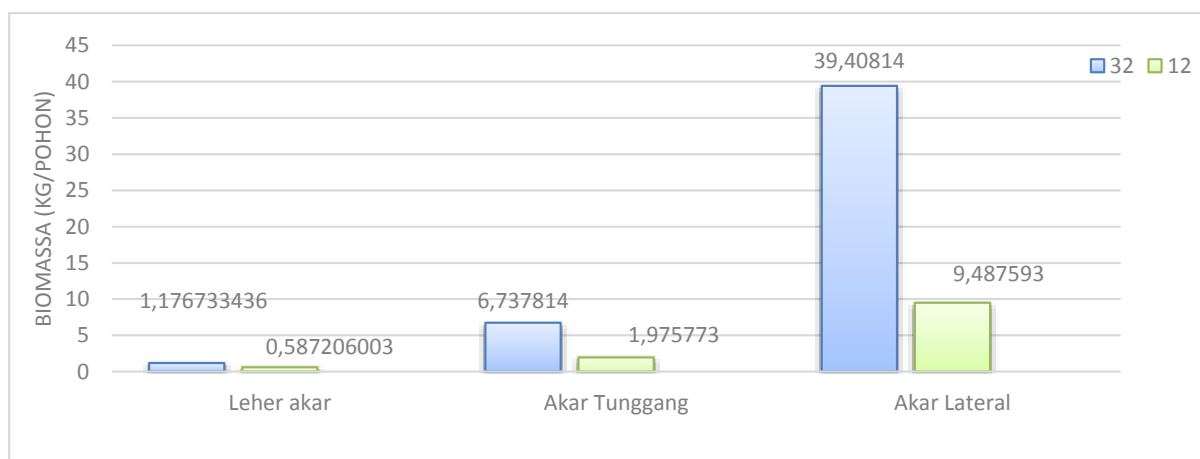
Ukuran Diameter (cm)	Biomassa (kg)			Total
	Leher akar	Akar Tunggang	Akar Lateral	
32	1,176733436	6,737814	39,40814	47,32268744
12	0,587206003	1,975773	9,487593	12,050572
Total	1,763939439	8,713587	48,895733	59,37325944
Rata-rata	0,88196972	4,3567935	24,4478665	29,68662972

Berdasarkan hasil pengukuran biomassa yang terdapat pada Tabel 2, bagian akar lateral memiliki biomassa rata-rata paling besar dibandingkan dengan bagian lainnya. Akar lateral memiliki biomassa rata-rata sebesar 24,4478665 kg/pohon. Sedangkan bagian akar yang memiliki biomassa rata-rata terkecil adalah leher akar, yaitu sebesar 0,88196972kg/pohon. Hal ini disebabkan karena jumlah akar lateral pada pohon sengon lebih banyak bila di bandingkan dengan komponen yang lainnya.



Gambar 1. Persentase Kandungan Biomassa Tiap Organ Akar Sengon

Gambar 1 memperlihatkan proporsi biomassa tertinggi terdapat pada bagian akar lateral, sebesar 82,35 % diikuti bagian akar tunggang sebesar 14,68 % dan terkecil pada bagian leher akar sebesar 2,97 %.



Gambar 2. Kandungan Biomassa Segmen Akar Sengon dengan Diameter 32 cm dan 12 cm

Gambar 2 menunjukkan distribusi kandungan biomassa pada berbagai bagian akar pohon pada kelas diameter 32 dan 12 cm. Berdasarkan hasil analisa laboratorium menjelaskan bahwa pohon dengan diameter 32 cm kandungan biomasanya lebih banyak dibandingkan dengan pohon dengan diameter 12 cm. Semakin besar diameter batang maka kandungan biomasanya juga semakin besar.

3.2. Model Pendugaan Biomassa Berdasarkan Hubungan Dengan Diameter Pohon

Model pendugaan hubungan antara biomassa dengan diameter pohon sengon dapat ditentukan berdasarkan kandungan total biomassa daripada tiap-tiap bagian akar pohon sampel yang ditebang. Pada penelitian ini, dilakukan penelitian terhadap akar untuk menduga biomassa akar dengan membuat persamaan yang menggunakan peubah diameter pohon. Biomassa perlu diketahui untuk mengetahui banyaknya massa karbon yang terkandung dalam akar. Selain itu menurut Hairiah et al (1999), pengukuran biomassa vegetasi dapat memberikan informasi tentang nutrisi dan persediaan karbon dalam vegetasi secara keseluruhan, atau jumlah bagian-bagian tertentu. Dengan mengetahui diameter pohon sengon, maka dapat diketahui jumlah biomassa akar dengan menggunakan persamaan alometrik, sehingga untuk selanjutnya tidak perlu lagi menggali akar atau merusak pohon untuk mengetahui jumlah biomassa yang terkandung dalam akar.

Berdasarkan hasil perhitungan biomassa, dapat ditentukan model pendugaan hubungan biomassa akar pohon dengan diameter pohon. Pemilihan persamaan alometrik terbaik dilakukan dengan menguji beberapa persamaan. Bentuk persamaan yang diujikan dan dipakai untuk pendugaan biomassa akar ini adalah model yang hanya terdiri dari satu peubah : $W = aDb$. Dimana W adalah biomassa akar pohon dalam kg/pohon, D adalah diameter dalam centi meter dan a,b adalah konstanta.

Model untuk menduga potensi biomassa akar dengan melihat hubungan antara biomassa dengan diameter adalah model power yang terdiri dari satu peubah bebas :

$$W = 0,377D^{1,395}$$

Model persamaan yang digunakan untuk menduga hubungan biomassa dengan diameter didapat berdasarkan hasil pengukuran berat kering contoh diperoleh bahwa untuk menduga hubungan antara biomassa dengan peubah bebas (diameter). Hal ini dapat dilihat dari nilai koefisien determinan (R-Sq) yang tinggi (100%) yang berarti bahwa peubah bebasnya dapat dikatakan berpengaruh nyata terhadap perubahan kandungan karbon.

Setelah didapat model penduga biomassa di atas, selanjutnya model tersebut digunakan untuk mengukur kandungan biomassa dari masing-masing tegakan sengon pada lokasi penelitian dengan jumlah pohon adalah 18 pohon. Pendugaan kandungan biomassa dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Pendugaan Kandungan Biomassa Tegakan Sengon

No. pohon	Diameter (cm)	Model terpilih	Kandungan Biomassa (kg/pohon)
1	54	$W = 0,377D^{1,395}$	98,40805431
2	55		100,9595258
3	16		17,78558384
4	58		108,7234941
5	37		58,07413573
6	24		31,74943728
7	14		14,96890251
8	51		90,86607018
9	12		12,07255488
10	60		113,9888427
11	32		47,4269908
12	32		47,4269908
13	60		113,9888427
14	22		28,12036736
15	39		62,49949051
16	24		31,74943728
17	49		85,93397118
18	32		47,4269908
Total			1112,169683

Berdasarkan hasil perhitungan biomassa, dapat ditentukan besarnya potensi karbon pada akar sengon melalui pendugaan hubungan biomassa akar pohon dengan diameter pohon. Dengan mengetahui diameter pohon sengon, maka dapat diketahui jumlah potensi karbon akar dengan menggunakan model alometrik terpilih, sehingga untuk selanjutnya tidak perlu lagi menggali akar atau merusak pohon untuk mengetahui jumlah biomassa dan massa karbon yang terkandung dalam akar.

Massa karbon per pohon meningkat dengan cepat seiring bertambahnya diameter dan umur pohon. Peningkatan ini seiring dengan besarnya biomassa tegakan yang berarti secara tidak langsung semua faktor yang memengaruhi biomassa akan berpengaruh juga terhadap simpanan karbon. Semakin besar biomassa pohon, maka massa karbon pada pohon tersebut juga semakin besar. Sehingga keduanya memiliki hubungan yang positif.

Menurut Retnowati (1998), hasil fotosintesis digunakan oleh tumbuhan untuk melakukan pertumbuhan ke arah horisontal dan vertikal. Oleh karena itu, semakin besarnya diameter disebabkan oleh penyimpanan biomassa hasil konversi CO₂ yang semakin bertambah besar seiring dengan semakin banyaknya CO₂ yang diserap pohon tersebut.

Tabel 3 Menunjukkan bahwa besarnya kandungan biomassa pada suatu tegakan dipengaruhi oleh diameter dari tegakan tersebut. Semakin besar diameter maka semakin besar pula kandungan biomassa yang ada pada tegakan tersebut.

Dari penghitungan pada Tabel 6 maka diketahui kandungan biomassa total dari keseluruhan tegakan sengon pada lokasi penelitian adalah sebesar 1112,169683 kg/3ha. Hasil tersebut kemudian di konversi lagi untuk mendapatkan kandungan biomassa per-hektar yaitu dengan cara : $1112,169683 : 3 = 370,7232276666667$ kg/ha atau 0,370 ton/ha

3.3. Pendugaan Nilai Karbon *Below Ground* Tegakan Sengon (*Paraserinthes falcataria* L. Nielsen)

Hasil penghitungan di lapangan menggunakan studi tentang biomassa yaitu mengkonversi setengah dari jumlah biomassa, dimana hampir 50% dari vegetasi hutan tersusun atas karbon (Brown, 1997).

Model massa karbon :

$$C = B \times 0,5$$

Dari model massa karbon di atas, maka diperoleh kandungan karbon pada lahan agroforestri seluas 3 hektar adalah sebesar 185,361613833333 kg C/ha atau 0,185 ton C/ha.

IV. Kesimpulan

1. Semakin besar diameter pohon, biomasnya cenderung meningkat.
2. Proporsi biomassa tertinggi terdapat pada bagian akar lateral, sebesar 82,35 % diikuti bagian akar tunggang sebesar 14,68 % dan terkecil pada bagian leher akar sebesar 2,97 %.
3. Potensi kandungan biomassa total *below ground* dari 18 tegakan sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) yang di peroleh adalah sebesar 0,370 ton/ha.
4. Dari potensi biomassa yang telah diperoleh, kemudian diubah kedalam bentuk karbon (ton C/ha) yaitu dengan mengalikan nilai biomassa dengan factor konversi sebesar 0,5 (Brown, 1997), sehingga di peroleh kandungan karbon *below ground* tegakan sengon pada lahan agroforestri seluas 3 hektar adalah sebesar 0,185 ton C/ha.

Daftar Pustaka

- 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
- Kaliky F. 2011. Potensi Penyerapan Karbon Tanaman Mahoni di KPH Randublatung Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah. *Jurnal Agrohut* 2(1):17-25.
- Murdiyarto, D. 2003. Sepuluh Tahun Perjalanan Negosiasi Konvensi Perubahan Iklim. Penerbit Buku Kompas, Jakarta.
- Ohorella S dan Kaliky F. 2011. Inventarisasi Biomassa Komponen Vegetasi Untuk Membangun Persamaan Allometrik (Studi Kasus pada Tanaman Agroforestry Dusun di Maluku). *Jurnal Agrohut* 2(1):32-40.
- Perum Perhutani. 1997. Pedoman Pembagian Batang Kayu Bundar Rimba. PHT 51-Seri Produksi 96. Jakarta.
- 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 Curent 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.