

**Biomasa Karbon Below Ground *Paraserianthes Falcataria* (L.) Nielsen pada Lahan Agroforestri Tradisional di Distrik Aimas, Sorong**

***Below Ground Carbon Biomass of *Paraserianthes Falcataria* (L.) Nielsen on Traditional Agroforestry Land in Aimas District, Sorong***

Syarif Ohorella<sup>1\*</sup>, Rima H Siburian<sup>2</sup>, Ihsan Febriadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Sorong, Fakultas pertanian, Program Studi Kehutanan.  
Jl. Pendidikan No 27 Malaingkeci, Distrik Sorong Utara. Kota Sorong. 98416

\*Email : [agrohut@gmail.com](mailto:agrohut@gmail.com)

<sup>2</sup>Universitas Negeri Papua, Fakultas Kehutanan  
Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari Barat. Papua Barat. 98314  
<sup>2</sup> Institusi

**Abstrak**

Hutan, sebagai bagian penting dari lingkungan, memiliki peran yang sangat besar dalam menjaga keseimbangan ekosistem, salah satunya sebagai penyimpan karbon. Vegetasi berkayu di hutan dapat mencegah pelepasan karbon ke atmosfer melalui proses fotosintesis, di mana tanaman menyerap CO<sub>2</sub>, memecahnya, dan menyimpannya dalam bentuk biomassa. Inilah yang membuat penelitian mengenai kemampuan hutan dalam menyimpan biomassa dan karbon, khususnya di lahan agroforestri, sangat penting sebagai salah satu unit pengelolaan hutan di tingkat tapak. Tujuan dari riset ini adalah untuk mengembangkan model persamaan alometrik yang dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah biomassa karbon yang tersimpan di bagian bawah permukaan tanah (below ground), khususnya pada tegakan yang ada di lahan agroforestri tradisional. Metode yang digunakan adalah sampling destruktif dengan pemilihan pohon sampel secara purposive, memilih dua pohon dengan diameter setinggi dada (dbh) yang berbeda namun berumur sama, yang mewakili tegakan di lahan agroforestri Distrik Aimas, Kabupaten Sorong. Selanjutnya, pengukuran biomassa dan karbon dilakukan melalui uji laboratorium. Dari 19 tegakan sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen), diperoleh kandungan biomassa total below ground sebesar 0,369 ton/ha. Sedangkan kandungan karbon below ground pada tegakan sengon di lahan agroforestri seluas 2,8 hektar adalah 0,184 ton C.

**Kata kunci:** Bellow Ground, Karbon Biomassa, *Paraserianthes Falcataria* (L.) Nielsen, Agroforestri Tradisional

**Abstract**

*Forests as part of the environment have a big role in maintaining ecosystem stability. One of them is as a carbon store. Vegetation in forests can prevent the release of carbon*

*into the atmosphere through the process of photosynthesis where vegetation absorbs CO<sub>2</sub> then breaks it down and stores it in the form of biomass. This is what makes it important for forest friends to study their ability to store biomass and carbon specifically on Agroforestry land as one of the site level forest management units. The aim of this research is to develop an allometric equation model to estimate the value of carbon biomass stored in bellow ground specifically for stands on traditional agroforestry land. The method used is a destructive sampling by selecting sample trees purposively and selecting three samples. trees with different diameters at breast height (dbh) but the same age representing stands on agroforestry land in Aimas District, Sorong Regency. biomass and carbon measurements were carried out through laboratory tests. The total below ground biomass content of the 19 of *Paraserianthes falcataria* stands obtained was 0.369 tons/ha. The below ground carbon content of sengon stands on 2.8 hectares of agroforestry land is 0.184 tonnes C/ha.*

*Keywords : Bellow Ground, Biomass Carbon, Paraserianthes Falcataria (L.) Nielsen, Tradisional Agroforestry*

## PENDAHULUAN

Pemanasan global merujuk pada fenomena peningkatan suhu rata-rata Bumi yang disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Gas-gas tersebut memantulkan radiasi matahari kembali ke permukaan Bumi, yang menyebabkan terjadinya pemanasan. Dalam jangka panjang, kenaikan suhu global ini dapat memicu perubahan iklim yang berdampak pada kehidupan manusia dan kondisi lingkungan.

Dengan kondisi tersebut, menyebabkan kekhawatiran pemerhati lingkungan akan keberlanjutan dari pemanasan global yang mempengaruhi kehidupan. Oleh karena itu upaya menjaga lingkungan terus dilakukan. Salah satunya adalah dengan tetap menjaga atau mempertahankan luas hutan yang mempunyai fungsi sebagai paru-paru bumi atau untuk menurunkan tingkat konsentrasi emisi karbon atau tetap menjaga fungsi ekologi hutan (penyerap dan penyimpan karbon) sebagai penyangga kehidupan. Pemanfaatan sifat alami pohon dalam menyerap CO<sub>2</sub> dianggap merupakan cara yang efektif dalam menurunkan emisi gas dari rumah kaca (Murdiyarsa 2003). Sifat alami pohon sebagai penyerap CO<sub>2</sub> akan lebih efektif jika Pohon ditanam pada suatu ekosistem lahan agroforestri karna agroforestry memiliki komposisi jenis serta tingkat asosiasi tanaman yang cukup tinggi yang dapat menjamin fungsi ekologi ekosistemnya.

Salah satu jenis tanaman yang dapat digunakan untuk menjaga kualitas tanah dalam suatu ekosistem agroforestri adalah legum. Legum seperti sengon dapat berfungsi sebagai pupuk hijau. Biomasa dari tanaman ini memiliki laju dekomposisi yang cepat, sehingga unsur hara segera tersedia bagi tanaman dan dapat membantu mempertahankan serta meningkatkan kesuburan tanah (Mutua et al. 2014).

Karbon akan lebih tinggi diserap pada jenis tanaman pohon berkayu yang pertumbuhannya cepat dibandingkan dengan yang mempunyai pertumbuhan lebih lambat (Atmosuseno,1998). Sengon adalah jenis pohon yang masuk dalam kategori jenis pohon yang cepat tumbuh (fast growing spesies) dengan tinggi pohon pada umur 25 tahun bisa mencapai 45 m. keunggulan yang demolike pohon sengon adalah mempunyai adaptasi

yang tinggi yaitu dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan draenase baik dan jelek, tanah dengan unsur hara yang tinggi ataupun rendah, pada tanah-tanah marginal, tanah dengan salinitas tinggi ataupun tanah yang kering dan lembab. Dengan memiliki karakteristik yang demikian maka akan meningkatkan proses fotosintesis sehingga penyerapan CO<sub>2</sub> akan lebih banyak terserap dibandingkan pohon lainnya.

Menurut hasil analisis Khalif et al. (2014), penanaman sengon dapat meningkatkan kualitas kesuburan tanah, yang tercermin dari peningkatan bahan organik yang masuk ke dalam tanah. Lahan yang diterapkan dengan sistem agroforestri menunjukkan kandungan C-organik, N total, dan N yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang menggunakan sistem monokultur. Penambahan bahan organik, yang berasal dari tajuk pohon di atas tanah maupun akar di bawah tanah, berkontribusi pada perbaikan kesuburan tanah pada perkebunan salak. Hal ini juga berdampak pada kondisi iklim mikro, keanekaragaman fauna, dan vegetasi bawah yang terdapat dalam sistem kebun yang berbeda.

Penelitian terkait jumlah massa karbon tersimpan pada tegakan sengon sangat perlu untuk di lakukan karna risetnya sangat kurang terutama jenis sengon yang di usahakan di berbagai unit manajemen pengelolaan hutan atau tingkat tapak khusus agroforestry tradisional pada berbagai wilayah pemanfaatan salah satunya adalah Kabuapten Sorong Papua Barat Daya. Penghitungan jumlah massa karbon pada pohon sengon sering ditemui kesulitan khususnya dalam menghitung massa karbon bagian akar (Bellow Ground) karena letaknya yang jauh berada di bawah tanah dengan persebarannya yang luas sehingga sulit untuk dilakukan pengambilan sampel terutama pada akar lateral dan akar tunggang. Oleh karena itu diperlukan metode tertentu untuk menduga massa karbon dalam akar pohon.

## **METODE PENELITIAN**

Lokasi penelitian yaitu kawasan agroforestri yang memiliki luas 2,8 hektar. Penelitian berlangsung selama 3 bulan pada bulan Juli sampai dengan September 2023. Penelitian dilakukan dilahan agroforestri milik kelompok tani hutan Roberth Nauw dengan tegakan sengon sebagai tanaman berkayu dan berasosiasi dengan Pisang, Jeruk, Matoa dan Gaharu. Penelitian dilakukan pada lokasi yang dipilih secara sengaja dan merupakan representasi keterwakilan objek kajian yakni asosiasi tanaman pada lahan agroforestri yang tinggi. Penelitian dilakukan dengan melakukan observasi lapangan untuk menentukan plot sampel secara purposive (merupakan keterwakilan sebaran pohon sengon dengan pola agrofrestri) selanjutnya dilakukan inventarisasi pada lokasi plot sampel untuk mendapatkan data dan informasi yang tepat mengenai tegakan sengon sesuai dengan keadaan di lapangan.

Inventarisasi tegakan pohon di lakukan dengan menggunakan metode sensus, dimana seluruh tegakan sengon yang berada pada lokasi penelitian seluas 2,8 ha diukur untuk mengetahui seberapa banyak jumlah tegakan dan diameter serta tinggi pohon dari masing-masing tegakan yang ada. Diameter diukur dengan menggunakan pita kuru.

Pengukuran biomassa dilakukan dengan metode destruktif, yaitu dengan memotong pohon. Pohon yang dipilih untuk ditebang terdiri dari dua pohon dengan diameter lebih dari 30 cm dan kurang dari 10 cm. Komponen biomassa yang diukur meliputi leher akar, akar tunggang, dan akar lateral. Setiap komponen kemudian dibagi menjadi beberapa sub-sampel, yang selanjutnya diambil sebagian untuk dijadikan sampel berat kering (dengan cara pengeringan).

Proses pengambilan sampel dilakukan dengan menggali seluruh bagian akar dari pohon sengon yang telah ditebang, termasuk leher akar, akar tunggang, akar lateral, dan rambut akar. Namun, pengambilan sampel rambut akar tidak dilakukan karena kondisi tanah yang keras selama penelitian dan rapatnya tegakan, sehingga menyulitkan pemisahan antara rambut akar pohon sengon dan akar halus dari pohon lainnya.



Gambar 1. Sampel Akar Lateral dan Tunggang

Sub-sampel diambil dengan 3 ulangan pada bagian pangkal, tengah dan ujung dengan ukuran 2 cm untuk setiap sub sampel. Sampel yang diambil selanjutnya diberi label untuk selanjutnya dianalisis laboratorium. Selanjutnya berat kering sub-sampel ditimbang dalam oven hingga mencapai berat konstan pada suhu 105<sup>0</sup>C selama 48 jam (Brown, 1997). Setelah itu dilakukan penimbangan dengan timbangan analitik dengan tingkat ketelitian minimal 2 desimal terhadap sub-sampel dengan terlebih dahulu didinginkan dalam desikator agar tidak menyerap kelembaban dan menambah berat. Berat kering keseluruhan dari semua komponen pohon dinyatakan dalam satuan kilogram (kg) (Brown, 1997).

Data-data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan terhadap objek sampel penelitian selanjutnya dianalisis dengan prosedur-prosedur perhitungan yang tepat yaitu menggunakan MS Excel atau SPSS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sebaran Tegakan Sengon

Inventarisasi tegakan yang dilakukan di lokasi riset menghasilkan 19 pohon sengon sebagai tegakan utama pada lahan agroforestri yang di usahakan seluas 2,8 ha yang di kelolah oleh petani hutan di Distrik Aimas, SP 2 Kabupaten Sorong. Pelaksanaan inventarisasi ditujukan agar dapat mengukur diameter dan tinggi pohon yang dilakukan di lapangan untuk mendapatkan data yang akurat, jika dibandingkan dengan pengukuran tinggi karena kondisi kelerangan/topografi yang curam. Hasil inventarisasi data di lapangan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sebaran Tegakan Sengon di lapangan

Petak Contoh	No.	Diameter (cm)	Tinggi Pohon (m)
I	1	37	13.33
	2	46	33.03
	3	19	11.71
	4	42	34.13
	5	32	17,00
	6	29	20,23
II	1	37	29.13
	2	27	19.73
	3	13	13.63
	4	46	31.33
	5	12	9.27
III	1	57	22.33
	2	42	14.53
	3	32	25.53
	4	59	36.33
	5	22	13.63
	6	41	19.03
	7	26	13.63
	8	50	23.03
Total	19		

Pengukuran pohon dilakukan secara sensus pada lahan agroforestri seluas 2,8 ha yang digunakan sebagai lokasi penelitian dengan intensitas sampling 100 %. Data hasil inventarisasi menunjukkan bahwa kerapatan tegakan sengon adalah 8 pohon/ha. Jumlah Pohon sampel yang diambil adalah 2 pohon yang merupakan perwakilan dari ukuran diameter > 30 cm dan > 10 cm. Hal ini disebabkan karena dua pohon sudah cukup mewakili dari keseluruhan tegakan sengon yang ada pada lokasi penelitian. Tinggi pohon

diukur dengan cara mengukur panjang pohon pada saat pohon direbahkan ke tanah setelah ditebang. Senjaya. 2018, mengatakan bahwa akar pohon sengon pola agroforestri memiliki panjang rata-rata 104,25 cm sedangkan kedalaman akar rata-ratanya adalah 14,04 cm. Perakaran sengon telah mencapai radius tertentu yang lebih luas serta bersinggungan dengan akar tanaman yang berasosiasi dalam pola tersebut sehingga sulit untuk digali.

**Biomassa Organ bagian Bawah Permukaan (Bellow Ground)**

Komponen biomassa terdiri dari daun, batang, cabang, bunga dan akar (Brown, 1997; Elias, et. al., 2010). Untuk mendapatkan berat biomassa/berat kering per sampel dari anakan tanaman diperoleh dari penjumlahan dari keseluruhan berat biomassa/berat kering tanaman yang terdiri dari daun, batang, cabang dan akar. Metode perhitungan biomassa oleh Budiadi dan Sabarnurdin (2001), menjelaskan setiap bagian pohon yang dipisahkan terdiri dari bagian-bagiannya yaitu daun, batang, cabang dan akar akan ditimbang bagian berat basah, selanjutnya dikering tanurkan dengan menggunakan oven untuk dilakukan perhitungan biomassa.

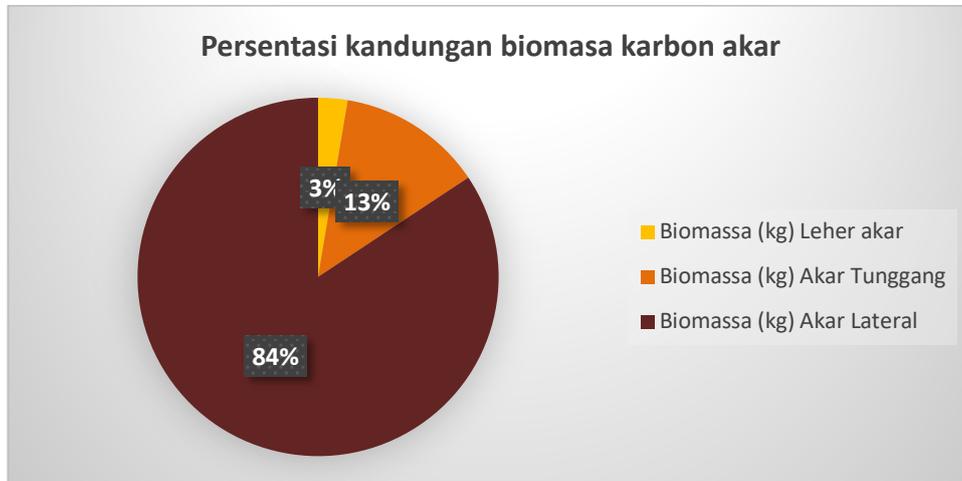
Tabel 2 hasil perhitungan biomassa menunjukkan bagian dari akar lateral mempunyai rata-rata biomassa paling besar dibandingkan bagian akar lainnya. Nilai biomassa akar lateral adalah 23,245 kg/pohon, sedangkan leher akar mempunyai biomassa yaitu 0,773 kg/pohon. Perbedaan nilai biomassa ini disebabkan karena jumlah akar lateral yang terdapat pada pohon sengon lebih banyak jumlahnya. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan nilai biomassa rata-rata yang di temukan pada lahan agroforestri sengon di tempat lainnya. Misalkan hasil penelitian total biomassa karbon akar sengon di lahan agroforestri di dusun Waringin Cap, Kota Ambon yakni nilai biomassa tertinggi terdapat pada bagian akar lateral yakni 24,447 kg/pohon dengan asosiasi komposisi tegakan yang rendah yakni sengon, mahoni dan umbi-umbian. (Kaliky, 2011).

Tabel 2. Biomassa rata.rata Tiap segmen Akar (Bellow Ground).

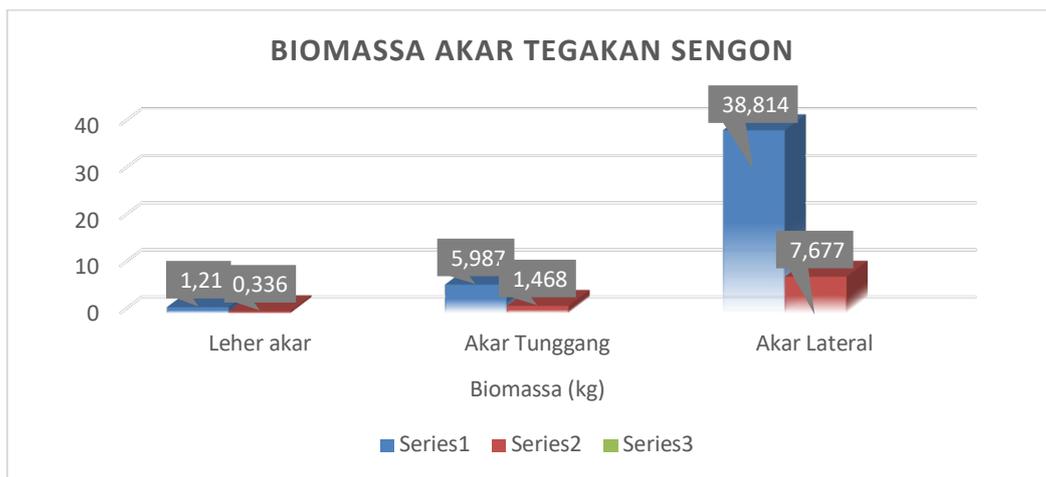
Ukuran Diameter (cm)	Biomassa (kg)			Total
	Leher Akar	Akar Tunggang	Akar Lateral	
32	1,210	5,987	38,814	46.011
12	0,336	1,468	7,677	9,481
Total	1,546	7,455	46,491	55,492
Rata-rata	0.773	3,727	23,245	27,746

Gambar 3 menjelaskan perbandingan biomassa antara akar lateral yaitu 84 %, akar tunggang sebesar 13 % dan leher akar 3 %. Hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan

erat antara nilai kandungan biomassa dengan diameter. Semakin besar diameter pohon akan semakin tinggi nilai biomassa.



Gambar 3. Persentase kandungan Biomassa Akar Sengon diameter 32 cm dan 12 cm



Gambar 4. Kandungan Biomassa Segmen Akar Sengon dengan diameter 32 cm dan 12 cm

Dari hasil penelitian yang diperoleh dari Analisa laboratorium adalah pohon dengan diameter sebesar 32 cm mempunyai biomassa lebih banyak daripada pohon yang memiliki diameter 12 cm. hal ini membuktikan semakin besar diameter batang akan berkorelasi pada peningkatan kandungan biomassa terutama pada pohon-pohon di hutan primer (Hutan Alam Utuh).

Menurut IPCC *National Green House Gas Inventories Programme* (2003), kandungan biomassa pada hutan sekunder lebih kecil dibandingkan hutan primer karena vegetasi di hutan primer memiliki diameter yang lebih besar, sementara di hutan sekunder selalu mengalami kerusakan dan gangguan kebakaran hampir setiap musim kemarau.

**Model Alometrik untuk pendugaan Biomassa Segmen Akar sengon (Bellow Ground)**

Hubungan biomassa dan diameter pohon sengon adalah model pendugaan untuk menentukan kandungan total biomassa dari semua bagian akar pohon yang ditebang. Pada penelitian ini, digunakan sampel akar untuk menduga biomassa akar dengan membuat persamaan yang menggunakan peubah diameter pohon. Oleh karena itu, akar menjadi bagian penting biomassa untuk melihat banyaknya massa karbon. Sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Hairiah et al (1999), bahwa biomassa vegetasi dari keseluruhan bagian-bagiannya menjadi sumber informasi dari kandungan nutrisi dan ketersediaan kandungan karbon pada vegetasi. Dari diameter pohon sengon, akan mengetahui juga biomassa akar dari penggunaan persamaan alometrik, sehingga cara ini tidak merusak pohon dan tanpa perlu menggali akar dapat mengetahui jumlah biomassa yang terkandung dalam akar tersebut.

Hubungan antara biomassa akar pohon dan diameter pohon digunakan sebagai model untuk memperkirakan biomassa. Persamaan yang digunakan untuk memperkirakan biomassa akar adalah  $W = aDb$ , di mana  $W$  merupakan biomassa akar pohon dalam satuan kg/pohon,  $D$  adalah diameter pohon yang diukur dalam satuan sentimeter, serta  $a$  dan  $b$  adalah konstanta.

Model yang digunakan untuk memperkirakan potensi biomassa akar, yang didasarkan pada hubungan antara biomassa dan diameter, adalah model pangkat dengan satu peubah bebas:  $W = 0,377D^{1,395}$ .

Penggunaan model ini untuk menduga hubungan biomassa dengan diameter berfungsi sebagai dasar untuk memperoleh berat kering. Jika nilai koefisien determinasi ( $R-Sq$ ) tinggi (mendekati 100%), hal ini menunjukkan bahwa peubah bebas tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kandungan karbon.

Perolehan model penduga biomassa tersebut, digunakan dalam mengukur kandungan biomassa yang mewakili tiap tegakan sengon dengan jumlah sampel pohon sebanyak 19 pohon. Hasil pendugaan kandungan biomassa terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Pendugaan Kandungan Biomassa Tegakan Sengon

No. Pohon	Diameter (cm)	Model Terpilih	Kandungan Biomassa (kg/pohon)
1	37	$W = 0,369D^{1,369}$	62,808
2	46		76,759
3	19		16,685
4	42		98,723
5	32		58,074
6	29		28,749
7	37		24,968
8	27		19,866
9	13		14,072
10	46		109,988

11	12		47,426
12	57		78,426
13	57		110,988
14	42		38,120
15	32		59,499
16	59		41,749
17	22		75,933
18	41		57,426
19	26		88,097
Total			1108,356

Nilai diameter yang semakin besar, akan semakin besar kandungan biomassa pada tegakan sengon. Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan kandungan biomassa total secara keseluruhan tegakan sengon adalah 1108,356 kg/3ha yang kemudian dikonversi agar memperoleh kandungan biomassa dalam perhitungan per hektar dengan cara  $1108,356 : 3 = 369,452$  kg/ha atau 0,369 ton/ha.

### Potensi Kandungan Karbon bagian bawah Permukaan Tegakan Sengon (Bellow Ground) di lahan Agroforestri Distrik Aimas Kab. Sorong.

Pengukuran potensi kandungan biomassa total pada lahan agroforestri sangat tergantung pada luas lahan dan jumlah jenis tegakan. Semakin tinggi nilai asosiasi jenis maka akan semakin tinggi variasi tingkat sekuestrasi serapan karbon (Ohorella, 2022). Potensi kandungan karbon pada akar sengon dapat diperkirakan melalui hubungan biomassa akar pohon dengan diameter pohon menggunakan model alometrik yang telah dipilih. Dengan cara ini, tidak perlu lagi menggali akar atau merusak pohon untuk mengetahui jumlah biomassa dan massa karbon yang terdapat dalam akar (Kaliky, 2011).

Peningkatan diameter dan umur pohon akan berkorelasi dengan peningkatan massa karbon. Semua faktor yang mempengaruhi biomassa telah terbukti berpengaruh pada simpanan karbon, sehingga pohon yang tumbuh semakin besar dengan meter yang besar maka semakin besar biomassa pohon dan berpengaruh terhadap besarnya simpanan karbon. Dalam kedua variable memiliki hubungan positif.

Besarnya diameter dipengaruhi oleh faktor penyimpanan biomassa akibat penyerapan CO<sub>2</sub> yang juga semakin banyak diserap pohon, sehingga hasil konversi CO<sub>2</sub> juga semakin bertambah. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Hairiah, K dan Rahayu, S. 2007, hasil proses fotosintesis digunakan tumbuhan untuk pertumbuhan secara atau ke arah vertikal dan horisontal.

Hasil konversi perhitungan biomassa yakni 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 2,8 hektar adalah sebesar 184,726 kg C/ha atau 0,184 ton C/ha.

## **PENUTUP**

Hasil penelitian dari nilai karbon below ground tegakan sengon pada lahan agroforestri dengan luas 2,8 hektar adalah sebesar 0,184 ton C/ha. Potensi kandungan biomassa total below ground yang diperoleh dari 19 tegakan sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) adalah sebesar 0,369 ton/ha. Diperlukan penelitian lanjutan dengan menambah jumlah sampel contoh tegakan termasuk lahan yang lebih luas agar mendapatkan nilai biomassa karbon yang lebih representatif khusus pada lahan yang dikelola dengan sistem agroforestri tradisional.

## **UCAPAN TRIMA KASIH**

Terima kasih kepada Birokrasi Fakultas pertanian dan LP3M Universitas Muhammadiyah Sorong yang membantu proses penyusunan artikel lewat bimbingan dan arahnya. Trima kasih kepada Direktorat jenderal Pendidikan Tinggi atas pendanaannya sehingga report riset PKDN dapat selesai dan menghasilkan artikel ini sebagai luaran wajib. Trima kasih juga kepada pengelola serta editor dan reviewer Jurnal dan kepada Ketua Kelompok Tani Bpk. Robert nauw beserta segenap Kelompok Tani Agroforestri Tradisional di SP 2 Distrik Aimas kabupaten Sorong atas izin penggunaan lahan riset.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Atmosuseno, BS. 1998. Budi Daya, Kegunaan dan Prospek Sengon. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Brown, S. 1997. Estimates Biomass And Biomass Change of Tropical Forest, USA : FAO Forestry Paper no. 134.
- Budiadi dan Sabarnurdin, M.S. 2001. Struktur Biomassa di Atas dan Bawah Permukaan Tanah Tanaman Jati dengan Modifikasi Pola Tanam. Buletin Kehutanan No. 47. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Elias, N.J.Wistara, M. Dewi dan H. Purwitasari. 2010. Model Persamaan Massa Karbon Akar Pohon dan Root-Shoot Ratio Massa Karbon. Jurnal Manajemen Hutan Tropika 16 (3):113-117.
- Hairiah, K dan Rahayu, S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre. ICRAF Southeast Asia Regional Office. Bogor
- Hairiah, K, dkk. 1999. Petunjuk Praktis : ‘‘Karbon Tersimpan’’ di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor. World Agroforestry Center, ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya (Unibraw), Indonesia. 77 p.
- 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/gpplulucf\\_unedit.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/lulucf/gpplulucf_unedit.html)

- Kaliky, F, Ohorella, S, 2011. Biomassa dan Karbon dibawah Permukaan Tanah Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) pada Lahan Agroforestry. Jurnal Agrohut. Vol 2 no 2 hal 110.
- Khalif, U. dkk. 2014. Pengaruh Penanaman Sengon terhadap kandungan C dan N Tanah di Desa Salamparejo, Jabung. Malang. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol 1 No. 1 Hal 09-15
- Mutua J, dkk. 2014. Conservation agriculture with trees: principles and practice. World AgroforestryCentre (ICRAF)
- Murdiyarsa D. 2003. Protocol Kyoto, Implikasinya Bagi Negara Berkembang. Jakarta: Penerbit Kompas.
- Ohorella, S., Febriadi, I., & Sangadji, Z. (2022). Sengon Biomass Carbon Stock in Tradisional Agroforestry land Tipe; Climate Change. Agrikan Jurnal Agribisnis Perikanan, 15(2), 759-769.
- Senjaya, N. dkk 2018. Evaluasi Sistem Agroforestri Sengon dengan Padi Gogo terhadap Serangan Cendawan *Rhizoctonia* sp. Jurnal Silvikultur Tropika. Vol 09, No 02, Hal 120-126.
- Solichin. 2010. Pengukuran Emisi Karbon di Kawasan Hutan Rawa Gambut Merang. Makalah pada Lokakarya Proses penentuan Tingkat Emisi Acuan pada berbagai lokasi ujicoba REDD di Indonesia dan kaitannya dengan REL nasional Bogor, 30 Juni 2010.
- Uddin, MB, Mukul, SA, Khan, MA, Hossain, MA. 2009. Seedling response of three agroforestry tree species to phosphorous fertilizer application in Bangladesh: growth and nodulation capabilities. Journal of Forestry Research 20(1):45-48