

Estimasi Stok dan Serapan Karbon Tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar

“Estimated Carbon Stock and Uptake of Pine (*Pinus merkusii*) Stands at Tapango District Polewali Mandar Regency”

Yuyun Yunita¹, Daud Irundu^{1*}, Muhammad Agusfartham Ramli¹

¹Program Studi Kehutanan, Universitas Sulawesi Barat, Majene

*Corresponding author's email: daud_irundu@unsulbar.ac.id

Diterima: 12 November 2024

Disetujui: 27 Desember 2024

Diterbitkan: 28 Desember 2024

ABSTRAK: Pemanasan global disebabkan oleh peningkatan karbon dioksida (CO₂), dan gas penyusun rumah kaca (GRK) di atmosfer. Hutan pinus punya peran menyerap karbon dioksida di atmosfer dan menyimpannya dalam bentuk biomassa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jumlah karbon tersimpan serta serapan karbon tegakan pinus di Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar. Pengumpulan data dilakukan di hutan pinus Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar sebanyak 27 plot berukuran 20 meter x 20 meter. Pengukuran karbon tersimpan pada penelitian ini dilakukan tidak langsung (non-destructive sampling) dengan pendekatan formulasi yang telah ada. Hasil penelitian bahwa nilai biomassa dan karbon yang paling tinggi terdapat pada plot 20, sedangkan nilai terendah terdapat pada plot 2. Total biomassa pada hutan pinus di Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar sebesar 686,86 ton per ha, sedangkan total karbon yang tersimpan sebesar 322,82 ton per ha, total serapan karbon sebesar 1.182,69 ton per ha.

Kata kunci: Biomassa, karbon, pohon pinus.

ABSTRACT: Global warming is caused by an increase in carbon dioxide (CO₂), and greenhouse gases (GHG) in the atmosphere. Pine forests have the role of absorbing carbon dioxide in the atmosphere and storing it in the form of biomass. The aim of this research is to determine the amount of carbon stored and the carbon uptake of pine stands in Tapango District, Polewali Mandar Regency. Data collection was carried out in the pine forest of Tapango District, Polewali Mandar Regency in 27 plots measuring 20 meters x 20 meters. The measurement of stored carbon in this research was carried out indirectly (non-destructive sampling) using an existing formulation approach. The results of the research show that the highest biomass and carbon values are found in plot 20, while the lowest values are found in plot 2. The total biomass in the pine forest in Tapango District, Polewali Mandar Regency is 686.86 tons per ha, while the total carbon stored is 322.82 tons per ha, total carbon uptake of 1,182.69 tons per ha.

Key words: Biomass, carbon, pine trees.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan suhu yang dirasakan oleh seluruh penduduk bumi, termasuk Indonesia menimbulkan dampak yang dirasakan oleh berbagai sektor kehidupan. Para ahli klimatologi telah memperkirakan kenaikan suhu atmosfer 100 tahun yang lalu rata-rata 0,5 °C, bahkan berdasarkan dari hasil data yang dikumpulkan selama tiga puluh tahun terakhir, kenaikan suhu rata-rata di seluruh dunia hingga 2 °C (Ruslianto *et al.*, 2019). Pemanasan global ini terjadi karena adanya peningkatan konsentrasigas rumah kaca (GRK) didominasi karbon dioksida (CO₂), dan sisanya unsur metana (CH₄), dan nitrogen oksida (N₂O). kumpulan gas ini memiliki dampak signifikan terhadap meningkatnya suhu permukaan



bumi, salah satunya adalah karbon dioksida, yang banyak dipicu oleh penggunaan bahan bakar fosil untuk energi di sektor industri.

Alternatif solusi mitigasi pemanasan global yang timbul akibat tingginya konsentrasi GRK dapat diatasi dengan menurunkan emisi karbon melalui peningkatan cadangan karbon. Hutan menyediakan penyimpanan karbon (C) lebih tinggi dibandingkan dengan sistem pertanian, berkat keanekaragaman jenis pohon yang ada, banyaknya tumbuhan bawah dan serasah di permukaan bumi. Keberadaan tumbuhan sebagai makhluk yang dapat menyerap karbon berfungsi menurunkan konsentrasi CO₂ dengan aktifitas fotosintesis untuk biomassa. Biomassa salah satu bentuk bahan organik yang menyimpan karbon pada cabang, daun, bunga dan buah. Besarnya potensi tersebut dipengaruhi oleh kemampuan pohon dalam menyerap karbon yang diserap dari lingkungan melalui fotosintesis, yang dikenal sebagai sekuestrasi (Rahayu *et al.* 2010).

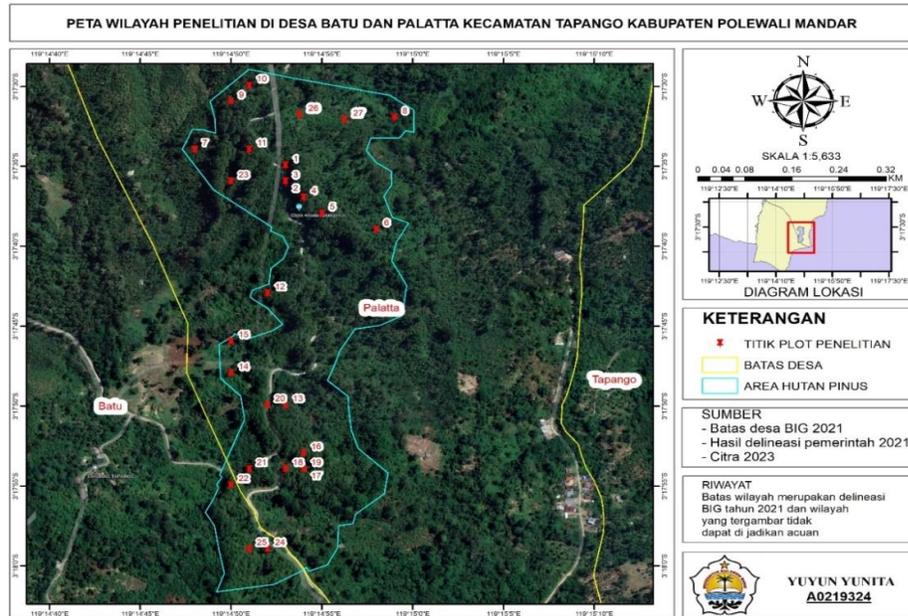
Hutan pinus memberi manfaat ekonomi dan ekologi. Dari pohon pinus menghasilkan produk getah-getah dan kayunya, dan dari sisi ekologi, hutan pinus dapat berkontribusi dalam mengatasi perubahan iklim global karena kemampuannya untuk menyerap karbon dioksida (Nurfansyah, 2019). Menurut Polosakan (2014) menyebutkan bahwa salah satu pohon yang efektif dalam menyerap dan menyimpan karbon adalah pohon pinus.

Berdasarkan pernyataan tersebut, maka penelitian mengenai estimasi serapan dan karbon tersimpan tegakan pinus di Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar dinilai penting karena dengan mengetahui jumlah karbon yang tersimpan pada pohon pinus, kita dapat lebih memahami manfaat ekologis hutan tanaman pinus sebagai penyimpan karbon. Hal ini diperlukan untuk meningkatkan pemahaman kita mengenai kontribusi hutan tanaman pinus terhadap pengurangan pemanasan global.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Juli hingga Desember 2023, bertempat di hutan pinus Tapango Kecamatan Tapango, Kabupaten Polewali Mandar.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat yaitu pita meter, roll meter, haga meter, GPS, parang, patok, dan kamera. Bahan-bahan penelitian meliputi *tally sheet*, alat tulis, dan pengikat plastik.

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Perolehan data melalui kegiatan observasi dan survei. Observasi merupakan metode yang digunakan penulis dalam melakukan kegiatan pengamatan secara langsung sebagai pengumpulan data awal untuk menentukan penempatan lokasi penelitian dan survei lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data primer (pengukuran langsung di lapangan). Nilai biomassa diperoleh tanpa melakukan pemanenan sesuai dengan SNI 772 4:2011 tentang estimasi biomassa dan karbon.

2.4. Analisis Data

1. Perhitungan diameter pohon

Untuk mengetahui diameter pohon dapat menggunakan rumus umum

$$D = \frac{K}{\pi}$$

Keterangan :

D = Diameter pohon (cm)

K = lingkaran pohon (cm)

π = 3,14 atau 22/7

2. Perhitungan Biomassa

Nilai biomassa berdasarkan pada SNI 7724:2011. Pendekatan alometrik digunakan untuk memperkirakan biomassa dengan substitusi nilai diameter pohon ke persamaan yang sudah ada (Siregar, 2007) adalah

$$BBA = 0,0936 D^{2,4323}$$

$$B = a \cdot D^b$$

Keterangan :

BBA = Biomassa bagian atas

D = Diameter pohon setinggi dada (cm)

B = Biomassa pohon pinus (kg)

a = koefisien konverensi (0,0936)

b = Koefisien Alometrik (2,4323)

3. Perhitungan karbon tersimpan

Perhitungan karbon tersimpan merujuk formula pada SNI (BSN, 2011):

$$C = B \times 47\%$$

Keterangan :

C = karbon yang tersimpan (kg)

B = biomassa (kg)

47% = Proporsi C.

4. Perhitungan serapan karbon dioksida (CO₂)

Nilai karbon yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung serapan karbon dioksida (CO₂) dengan menerapkan formulasi berikut (Azzahra, *et al*, 2020);

$$CO^2 = \frac{44}{12} C$$

Keterangan :

CO₂ = karbon dioksida yang diserap (ton/ha)

C = karbon tersimpan (ton/ha)

5. Potensi karbon tersimpan dan serapan karbon

Cadangan karbon per hektar di atas permukaan tanah ditentukan berdasarkan SNI (BSN, 2011) :

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10000}{1 \text{ plot}}$$

Keterangan :

C_n = Kandungan karbon (ton/ha).

C_x = Kandungan karbon di tiap plot (kg).

1 plot = Luas plot (m²).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi tegakan Pinus merkusii di Kecamatan Tapango

Tegakan pinus di Kecamatan Tapango ditanam oleh masyarakat sekitar dan bekerja sama dengan Dinas Kehutanan Kabupaten Polewali Mandar sekitar tahun 1990-an dengan jarak tanam 1 x 1 m. Luas hutan Pinus (*Pinus merkusii*) di kecamatan tapango seluas 21,9 hektar. Pada pengambilan data tegakan pinus (*Pinus merkusii*), terdapat 27 plot pengambilan data yang tersebar di seluruh kawasan hutan pinus (*Pinus merkusii*). Total potensi tegakan dari 27 plot pengukuran adalah 20.175 pohon per hektar, sedangkan kerapatan rata-rata tegakan pinus (*Pinus merkusii*) di Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar adalah 747 pohon per hektar.

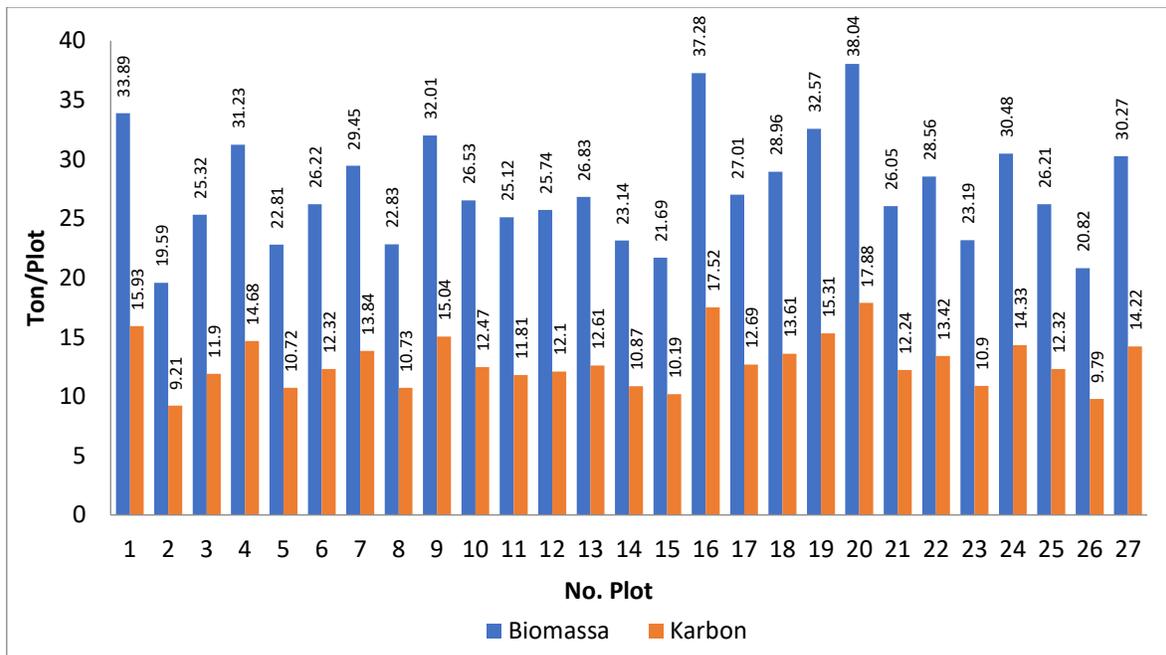
Tabel 1. Kondisi umum tegakan Pinus pada setiap plot

Nomor Plot	Jumlah pohon tegakan pinus	Diameter rata-rata (cm)	Nomor Plot	Jumlah pohon tegakan pinus	Diameter rata-rata (cm)
1	44	38,69	15	26	40,62
2	29	37,14	16	33	44,13
3	42	34,27	17	26	43,18
4	29	43,51	18	25	45,30
5	29	38,36	19	27	46,82
6	28	41,86	20	32	46,66
7	31	42,16	21	28	40,96
8	27	38,75	22	29	41,96
9	32	43,24	23	25	42,19
10	31	39,09	24	30	43,18
11	40	34,75	25	27	42,58
12	23	45,02	26	26	39,89

13	30	41,37	27	28	44,40
14	30	38,18			
Jumlah				807	1.118,26

(Sumber: Data primer setelah diolah, 2024)

3.2 Potensi biomassa dan stok karbon berdasarkan plot



Gambar 2. Potensi Biomassa dan stok karbon per plot

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa setiap plot mempunyai nilai biomassa yang berbeda-beda. Plot dengan kandungan biomassa tertinggi diantara 27 plot yang tersebar pada tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) Kecamatan Tapango, Kabupaten Polewali Mandar yaitu plot 20 yaitu sebesar 38,04 ton per plot. Pada plot ini terdiri dari 32 pohon pinus (*Pinus merkusii*) dengan rata-rata diameter batang sebesar 46,66 cm sehingga biomassa yang tersimpan juga akan besar. Sedangkan plot yang memiliki kandungan Biomassa tersimpan paling sedikit terdapat pada plot 2 yaitu sebesar 19,59 ton per plot yang dimana pada plot ini terdiri dari 29 pohon pinus (*Pinus Merkusii*) dengan rata-rata diameter batang sebesar 37,14 cm.

Tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) yang terdapat di Kecamatan Tapango, Kabupaten Polewali Mandar mampu menyimpan karbon sebesar 322,82 ton per ha. Potensi penyimpanan karbon tertinggi ada pada plot 20 dengan total stok karbon sebesar 17,88 ton

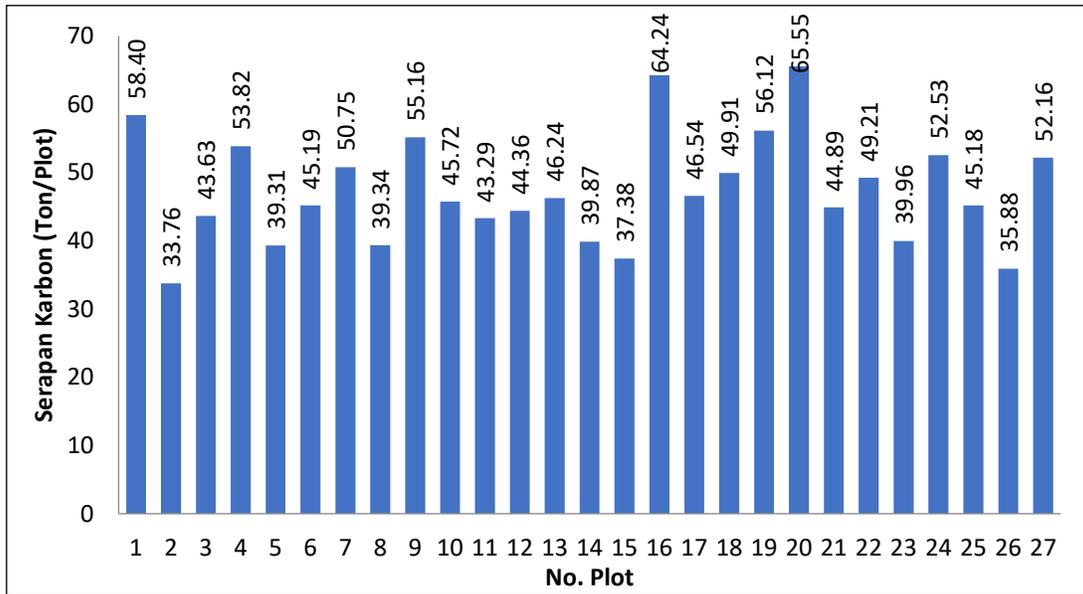
per plot sedangkan plot dengan kandungan karbon paling rendah terdapat pada plot 2 dengan total stok karbon sebesar 9,21 ton per plot.

Perubahan jumlah biomassa oleh perubahan jumlah pohon, kerapatan pohon per satuan luas yang berbeda dan besar kecilnya diameter batang pada setiap plot. Semakin besar diameter tegakan maka biomasanya semakin besar. Diameter adalah parameter yang lebih akurat dalam memperkirakan biomassa suatu tegakan. Diameter pohon memiliki hubungan yang kuat dengan biomassa, sehingga pertambahan diameter akan diikuti pertambahan biomassa (Nurfansyah, 2019). Banyaknya pohon, bentuk batang, serta umur pohon memiliki peran terhadap variasi biomassa dan karbon yang tersimpan di suatu tegakan (Irundu, *et al.*, 2020). Biomassa tanaman bertambah seiring kemampuannya menyerap CO₂ dan berfotosintesis, akan tetapi tumbuhan ada masa tumbuhan mengeluarkan CO₂ ke atmosfer melalui proses respirasi (Malau, 2015).

Perbedaan kandungan karbon pada plot dipengaruhi oleh banyaknya biomassa di setiap plot. Sejalan dengan pendapat Rahayu *et al.*, (2007) Potensi cadangan karbon dapat diukur berdasarkan biomasanya. Nilai 47% diasumsikan adalah proporsi karbon yang terdapat pada biomassa. Perubahan jumlah stok karbon pada suatu lokasi atau plot penelitian disebabkan oleh adanya perbedaan banyaknya pohon, tingkat kerapatan dan dimensi batang pohon. Hal-hal yang mempengaruhi perubahan biomassa akan berdampak terhadap kandungan karbonnya. Potensi karbon yang tersimpan pada pohon pinus merupakan separuh dari potensi biomassa, artinya peningkatan biomassa akan diikuti dengan peningkatan potensi simpanan karbon (Saharjo *et al.*, 2011).

3.3 Potensi serapan karbon berdasarkan plot

Serapan karbon pada tegakan *Pinus merkusii* dapat ditentukan berdasarkan total nilai biomassa dengan faktor konversi serapan karbon dioksida. Kita dapat melihat serapan karbon pada tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) Kecamatan Tapango, Kabupaten Polewali Mandar dapat kita lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Potensi serapan karbon per plot

Berdasarkan gambar 3 terlihat bahwa setiap plot mempunyai nilai serapan karbon dioksida (CO₂) yang berbeda-beda. besarnya serapan karbon dioksida dari 27 plot pengukuran yang masing-masing plot berukuran 0,04 hektar adalah 1.278,38 ton per plot dengan rata-rata serapan karbon dioksida (CO₂) sebesar 47,35 ton per plot.

3.4 Biomassa, stok karbon, dan serapan karbon tersimpan tegakan pinus

Berdasarkan hasil analisis data terkait penyerapan karbon dioksida tegakan pinus (*Pinus merkusii*) di Kecamatan Tapango, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat, sebagai berikut;

Tabel 2. Biomassa, Cadangan Karbon, dan Serapan Karbon Dioksida pada Keseluruhan Tegakan pinus.

Luas	Rataan Biomassa (Ton/Plot)	Rataan Cadangan karbon (Ton/Plot)	Rataan Serapan CO ₂ (Ton/Plot)	Biomassa (Ton/Ha)	Cadangan karbon (Ton/Ha)	Serapan CO ₂ (Ton/Ha)
21,9	27,47	12,91	47,35	686,86	322,82	1182,69

Nilai biomassa total tegakan pinus di Desa Tapango sebesar 686,86 ton per hektar dengan cadangan karbon 322,82 ton per hektar dan kemampuan serapan karbon dioksida

1182,69 ton per hektar tergolong tinggi. Bila dibandingkan nilai lain dari hutan pinus di Hutan Adat Marena, Dusun Marena, Desa Pekalobean, Kecamatan Anggeraja, Kabupaten Enrekang sebesar biomassa 204,60 ton per hektar, kandungan karbon 102,30 ton per hektar dan serapan karbon dioksida 375,47 ton per hektar. Sehingga kandungan karbon dan kemampuan serapan karbon dioksida hutan pinus tapango lebih tinggi. Faktor utama penyebab perbedaan ini adalah perbedaan karakteristik antar daerah. Faktor-faktor yang mempengaruhi hal ini meliputi faktor genetik, lokasi, kondisi tanah, dan kerapatan tegakan. Tegakan pinus menghasilkan serapan karbon yang tinggi karena pohon pinus memiliki tajuk yang lebar, yang memungkinkan jumlah daun yang banyak untuk menyerap karbon, tergantung pada jenis vegetasi, komposisi vegetasi, topografi, dan lokasi tumbuhnya.

4. KESIMPULAN

Potensi biomassa pada tegakan pinus (*Pinus merkusii*) di Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar dengan rata-rata sebesar 27.474,37 kilogram per plot atau 686,86 ton per hektar. Plot yang memiliki kandungan biomassa tertinggi diantara 27 plot yang tersebar pada tegakan Pinus (*Pinus merkusii*) Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar yaitu plot 20 dengan jumlah 38,04 ton/plot. Sedangkan plot dengan kandungan Biomassa tersimpan paling terendah terdapat pada plot kedua yaitu sebesar 19,59 ton/plot. Kandungan karbon tersimpan dengan rata-rata 322,82 ton per hektar. Plot dengan nilai stok karbon tertinggi adalah plot 20 dengan jumlah karbon tersimpan mencapai 17,88 ton per plot sedangkan plot dengan kandungan karbon terendah adalah plot 2 dengan total stok karbon sebesar 9,21 ton per plot. Potensi serapan karbon sebesar 1.182,69 ton per hektar.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzahra, F. S., Suryanti, S., & Febrianto, S. (2020). Estimasi Serapan Karbon pada Hutan Mangrove Desa Bedono, Demak, Jawa Tengah. *Jfmr (Journal Of Fisheries And Marine Research)*, 4(2), 308-315.
- Irundu, D., Beddu, M. A., & Najmawati, N. (2020). Potensi Biomassa dan Karbon Tersimpan Tegakan di Ruang Terbuka Hijau Kota Polewali, Sulawesi Barat. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 49-57.
- Malau, Y. D.P et al. (2015). *Pendugaan Karbon Above Ground Biomassa (AGB) Pada Tegakan Agroforestry Di Kabupaten Langkat*. Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sulawesi Utara.

- Nurfansyah, E., Hendrayana, Y., & Adhya, I. (2019). Potensi Karbon Tersimpan Pada Tegakan Pinus (*Pinus Merkusii*) Di Blok Pasir Batang Kawasan Taman Nasional Gunung Ciremai. *Wanaraksa* 13(1).
- Polosakan, R., Alhamd, L., & Rahajoe, J. S. (2014). Estimasi Biomassa Dan Karbon Tersimpan Pada Pinus Merkusii Jungh. & De Vriese Di Hutan Pinus Gunung Bunder, Taman nasional Gunung Halimun Salak. *Berita Biologi*, 13(2), 115-120.
- Rahayu, S., M. V. Noordjwik, dan B. Iusiana. (2010). *Pendugaan cadangan karbon di atas permukaan tanah berbagai sistem penggunaan lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur*. Buku. World Agroforestry centre. Bogor. 88p.
- Rulianto. (2019). Allometric Models Of *Rhipora apiculata* Biomassa In Polewali Mandar District, West Sulawesi Province. *Buletin Eboni*, 1(1), 11-19.
- Saharjo, B.H., 2011. *Carbon baseline as limiting factor in managing environmental sound activities in peatland for reducing greenhouse gas emission. Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 12(3).
- Siregar, C.A. (2007). Pendugaan Biomassa pada Hutan Tanaman Pinus (*Pinus merkusii* Jung et de Vriese) dan Konservasi Karbon Tanah di Cianten, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 4 (3):251-266
- SNI. (2011). Standar Nasional Indonesia Nomor 7724. Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.