



Estimasi Simpanan Karbon Atas Permukaan di Kawasan Wisata Alam Pulo Tareba Kota Ternate

(*Estimation of Above Ground Carbon Storage in The Pulo Tareba Natural Tourism Area, Ternate City*)

Fatima Ahz Zhahra^{1*}, Andy Kurniawan² & Reyna Ashari³

¹ Mahasiswa Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Khairun Ternate

² Dosen Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Khairun Ternate

³ Dosen Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Khairun Ternate

* Corresponding Author: fatimaahzzahra168@gmail.com

Article History

Received : December 30, 2025

Revised : March 6, 2026

Approved : April 16, 2026

Keywords:

Allometric, Biomass, Carbon Storage, Pulo Tareba, Ternate

© 2026 Authors

Published by the Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Forestry, and Fisheries, Palangka Raya University. This article is openly accessible under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ABSTRACT

Carbon is an essential element and plays a significant role in controlling climate change. One form of storage is found in aboveground biomass. This research was conducted in the Pulo Tareba Natural Tourism Area, Takome Village, West Ternate District, with an area of approximately 3 hectares. Pulo Tareba is part of the Community Forest, the Tolire Gam Jaha Forest Farmer Group, which is managed by the Ternate-Tidore Forest Management Unit. To date, quantitative data on carbon storage is not available, so this study aims to determine the potential for aboveground carbon storage, such as in living trees, dead trees, litter, and understory vegetation in the area. Data collection was carried out using the plot method in accordance with SNI 7724:2019, with plot sizes of 20 × 20 m for live and dead trees, and 2 × 2 m for litter and undergrowth. Data analysis was performed using allometric calculations from Kettering et al. (2001) and SNI 7724:2019. The research results show that the total biomass in the Pulo Tareba Natural Tourism Area reaches 399.252 tons/ha, with a total carbon storage of 187.651 tons/ha. Carbon storage based on vegetation components shows that trees are the largest contributor with a value of 94.86 tons/ha, followed by litter at 77.21 tons/ha, undergrowth at 15.58 tons/ha, and dead trees (necromass) at 0.0009 tons/ha. The results of this research can be used as a consideration for the Ternate-Tidore Forest Management Unit (KPH) and area managers in designing conservation area preservation strategies.

Sejarah Artikel

Diterima : 30 Desember 2025

Direvisi : 6 Maret 2026

Disetujui : 16 April 2026

Kata Kunci:

Allometrik, Biomassa, Pulo Tareba, Simpanan Karbon, Ternate

© 2026 Penulis

Diterbitkan oleh Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Kehutanan dan Perikanan Universitas Palangka Raya. Artikel ini dapat diakses secara terbuka di bawah lisensi:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ABSTRAK

Karbon merupakan unsur penting dan memiliki peran besar dalam pengendalian perubahan iklim. Salah satu bentuk penyimpanannya terdapat pada biomassa di atas permukaan tanah. Penelitian ini dilakukan di Kawasan Wisata Alam Pulo Tareba, Kelurahan Takome, Kecamatan Ternate Barat, dengan luas wilayah sekitar 3 ha. Pulo Tareba merupakan bagian dari Hutan Kemasyarakatan, Kelompok Tani Hutan Tolire Gam Jaha yang di kelolah oleh KPH Ternate-Tidore. Hingga saat ini, belum tersedia data kuantitatif mengenai simpanan karbon, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi penyimpanan karbon atas permukaan di Kawasan tersebut. Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode plot sesuai dengan ketentuan SNI 7724:2019, dengan ukuran plot 20 × 20 m untuk pohon hidup dan pohon mati, serta 2 × 2 m untuk serasah dan tumbuhan bawah. Analisis data dilakukan menggunakan perhitungan allometrik Kettering et al. (2001) dan SNI 7724:2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total biomassa di Kawasan Wisata Alam Pulo Tareba mencapai 399,252 ton/ha, dengan total simpanan karbon sebesar 187,651 ton/ha. Simpanan karbon berdasarkan komponen vegetasi menunjukkan bahwa pohon merupakan penyumbang terbesar dengan nilai 94,86 ton/ha, diikuti oleh serasah sebesar 77,21 ton/ha, tumbuhan bawah sebesar 15,58 ton/ha, dan pohon mati (nekromassa) sebesar 0,0009 ton/ha. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi KPH Ternate-Tidore dan pengelola kawasan dalam merancang strategi pelestarian Kawasan konservasi.

1. Pendahuluan

Perubahan iklim merupakan isu lingkungan global yang semakin mengkhawatirkan, salah satunya disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrogen oksida (N₂O), ozon (O₃), hidrofluorokarbon (HFC), perfluorokarbon (PFC), dan sulfur heksafluorida (SF₆) di atmosfer (Lugina, et al 2011). Aktivitas manusia seperti deforestasi, penggunaan bahan bakar fosil, dan konversi lahan telah mempercepat akumulasi GRK yang berdampak pada kenaikan suhu global, perubahan pola cuaca, naiknya permukaan laut, dan terganggunya keseimbangan ekosistem (Manuri et al., 2011). Upaya mitigasi perubahan iklim tidak hanya mencakup pengurangan emisi, tetapi juga peningkatan penyerapan karbon oleh ekosistem alami, salah satunya melalui mempertahankan dan memperluas tutupan vegetasi di dalam maupun di luar kawasan hutan. Tumbuhan mampu menyerap CO₂ dari atmosfer melalui fotosintesis, mengubahnya menjadi karbohidrat, dan menyimpannya sebagai biomassa dalam proses yang dikenal sebagai sequestrasi karbon (C-Sequestration) (Hairiah et al., 2011). Dalam penelitian ini, fokus kajian diarahkan khusus pada karbon sebagai salah satu komponen utama GRK yang berperan besar terhadap perubahan iklim.

Karbon yang tersimpan dalam biomassa vegetasi di atas permukaan tanah disebut karbon di atas permukaan (*above-ground carbon*). Komponen di atas permukaan ini mencakup pohon hidup, tumbuhan bawah, serasah (*litter*) dan pohon mati (*nekromasa*) (Hairiah et al., 2011). Pengukuran simpanan karbon ini sangat penting untuk mengetahui kontribusi suatu kawasan terhadap pengurangan emisi karbon. Semakin tinggi simpanan karbon suatu ekosistem, maka semakin besar pula potensi wilayah tersebut dalam menyerap CO₂ dan menekan laju perubahan iklim (Hairiah et al., 2011).

Pulo Tareba merupakan kawasan wisata alam yang terletak di Kelurahan Takome, Kecamatan Ternate Barat. Dengan luas kawasan 3ha, kawasan ini merupakan bagian dari destinasi wisata alam berbasis masyarakat yang memiliki tutupan vegetasi campuran. Selain nilai rekreasional, Kawasan ini menyimpan potensi ekologi yang belum banyak diteliti, khususnya dalam aspek penyimpanan karbon. Berbagai laporan jurnalistik mencatat keanekaragaman hayati kawasan ini, termasuk keberadaan burung-burung endemic Maluku Utara dan spesies khas hutan sekunder (Ekuatorial, 2024). Namun hingga saat ini, belum tersedia data kuantitatif terkait estimasi simpanan karbon atas permukaan di kawasan wisata alam Pulo Tareba, baik pada tegakan pohon, tumbuhan bawah, serasah maupun nekromasa. Informasi ini sangat penting untuk riset maupun konservasi kedepannya. Penelitian ini dilakukan di Pulo Tareba karena kawasan ini memiliki ekosistem yang cukup terjaga, potensi vegetasi yang beragam, serta komponen biomassa seperti tegakan pohon, tumbuhan bawah, serasah, dan nekromasa yang berperan penting dalam penyimpanan karbon di atas permukaan.

2. Bahan dan Metode

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan wisata alam Pulo Tareba, Kelurahan Takome, Kecamatan Ternate Barat. Pulo Tareba terletak di Kelurahan Takome, Kecamatan Ternate Barat, Kota Ternate, Provinsi Maluku Utara, dan merupakan bagian dari Hutan Kemasyarakatan Kelompok Tani Hutan Tolire Gam Jaha seluas 102 ha pada kawasan Hutan Produksi yang dapat dikonversi. Kawasan wisata alam ini memiliki luas 3 ha, berdekatan dengan Danau Tolire Besar, dengan kondisi hutan alami, vegetasi rapat, dan kontur berbukit. Akses ke lokasi dapat ditempuh melalui jalur setapak sepanjang ±1 km. Pengambilan data dilakukan selama satu bulan yaitu pada Agustus–September 2025.

BK : biomassa (ton);

ρ : berat jenis kayu (kg/m^3)

D : Diameter

2. Perhitungan karbon

$$C_v = BK \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan:

C_v : kandungan karbon dari biomassa vegetasi (ton/ha)

BK : total biomassa vegetasi (ton)

% C organik : nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47

2.3.3 Analisis Data pada Tegakan Pohon Mati

Berdasarkan pengukuran pohon mati, hitungan biomassa dan karbon menggunakan persamaan Alometrik (SNI 7724, 2019):

1. Volume pohon mati

$$V_{pm} = 1/4 \pi (dbh / 100)^2 \times t \times f$$

Keterangan :

V_{pm} : volume pohon mati (m^3)

Dbh : diameter setinggi dada pohon mati 1,3 m (cm)

t : tinggi total pohon (m)

f : faktor koreksi

2. Perhitungan biomassa

$$B_{opm} = V_{pm} \times B_{Jpm} \times f_k$$

Keterangan:

B_{opm} : total bahan organik pohon mati (ton/ha);

V_{pm} : volume pohon mati (m^3);

B_{Jpm} : berat jenis kayu pohon mati.

f_k : faktor koreksi pohon mati

3. Perhitungan karbon

$$C_{pm} = B_{opm} \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan :

C_{pm} : kandungan karbon (ton/ha);

B_{opm} : total biomassa pohon mati (ton);

% C organik : nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47

2.3.4 Analisis Data pada Serasah dan Tumbuhan Bawah

Hitungan biomassa dan karbon serasah dan tumbuhan bawah menggunakan persamaan Allometrik (SNI 7724, 2019):

1. Perhitungan Biomassa

$$Bos = \frac{Bks \times Bbt}{Bbs}$$

Keterangan:

Bos : Biomassa (ton/ha)

Bks : berat kering contoh (ton)

Bbt : berat basah total (ton)

Bbs : berat basah contoh (ton)

2. Perhitungan Karbon

$$C_s = Bos \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan:

C_s : kandungan karbon (ton/ha)

Bos : biomassa (ton)

% C organik : nilai persentase karbon (0,47)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Komposisi Jenis Pohon

Hasil penelitian menunjukkan empat jenis utama dengan tingkat dominansi yang berbeda, yaitu jamblang (*Syzygium cumini*) 70,83%, surian (*Toona sureni*) 18,06%, nyato (*Palaquium spp.*) 5,56%, dan jati (*Tectona grandis*) 5,56%. Komposisi ini menandakan bahwa struktur tegakan di kawasan wisata alam Pulo Tareba sangat didominasi oleh satu spesies, yaitu jamblang. Dominansi tunggal tersebut berhubungan dengan kemampuan adaptasi tinggi, daya regenerasi cepat, dan toleransi lingkungan yang luas dari *Syzygium cumini*. Meskipun demikian, kehadiran jenis lain seperti *Toona sureni*, *Palaquium spp.*, dan *Tectona grandis* turut memberikan variasi struktur vertikal yang penting bagi kestabilan ekosistem dan penyediaan habitat bagi fauna. Dengan demikian, meskipun komposisi jenisnya sederhana, keberadaan berbagai strata vegetasi di kawasan ini masih berperan dalam menjaga keseimbangan ekologi.

3.2. Biomassa dan Simpanan Karbon di Kawasan Wisata Alam Pulo Tareba

Hasil penelitian menunjukkan total biomassa sebesar 399,252 ton/ha dan total simpanan karbon 187,651 ton/ha. Komponen dengan kontribusi terbesar adalah pohon hidup (201,83 ton/ha biomassa; 94,86 ton/ha karbon), diikuti serasah (164,27 ton/ha; 77,21 ton/ha karbon), tumbuhan bawah (33,15 ton/ha; 15,58 ton/ha karbon), dan pohon mati (0,002 ton/ha; 0,0009 ton/ha karbon). Besarnya kontribusi pohon hidup menunjukkan bahwa vegetasi

utama di Pulo Tareba masih mampu berfungsi optimal dalam menyerap karbon dioksida dari atmosfer. Jika dibandingkan dengan nilai stok karbon di hutan sekunder lain di Maluku Utara, jumlah ini tergolong tinggi dan menandakan bahwa kawasan wisata seperti Pulo Tareba

tetap berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim. Perbedaan kontribusi antar-komponen dipengaruhi oleh struktur tegakan, kepadatan pohon, dan tingkat dekomposisi bahan organik pada lantai hutan.

Tabel 1. Total Biomassa dan Simpanan Karbon

No	Carbon Pool	Total Biomassa (Ton/ha)	Total Simpanan Karbon (Ton/ha)	Persentase (%)
1	Pohon	201,83	94,86	50,5513
2	Pohon Mati	0,002	0,0009	0,0005
3	Serasah	164,27	77,21	41,1456
4	Tumbuhan Bawah	33,15	15,58	8,3027
Jumlah		399,252	187,651	100

3.2.1 Biomassa dan Simpanan Karbon Pohon

Biomassa pohon mencapai 201,83 ton/ha dengan simpanan karbon 94,86 ton/ha. Dari keempat jenis yang ditemukan, jamblang (*Syzygium cumini*) memiliki biomassa tertinggi (184,86 ton/ha) dan simpanan karbon (86,89 ton/ha), diikuti surian (*Toona sureni*) 8,29 ton/ha (3,90 ton/ha C), nyato (*Palaquium spp.*) 5,78 ton/ha (2,72 ton/ha C), dan jati (*Tectona grandis*) 2,89 ton/ha (1,36 ton/ha C). Hasil ini memperlihatkan dominansi besar *Syzygium*

cumini yang berperan sebagai penyumbang utama simpanan karbon di kawasan tersebut. Dominansi ini berkaitan dengan jumlah individu yang banyak dan ukuran batang yang relatif besar. Spesies ini juga dikenal sebagai pohon dengan biomassa tinggi dan kerap ditemukan di hutan sekunder tropis. Jenis lainnya tetap berperan dalam menambah keanekaragaman, meskipun kontribusinya terhadap total karbon lebih kecil.

Tabel 2. Biomassa dan Simpanan Karbon Pohon

No	Nama Ilmiah	Biomassa (Ton/ha)	Simpanan Karbon (Ton/ha)	Persentase (%)
1	<i>Syzygium cumini</i>	184,86	86,89	91,60
2	<i>Toona sureni</i>	8,29	3,90	4,11
3	<i>Palaquium spp</i>	5,78	2,72	2,86
4	<i>Tectona grandis</i>	2,89	1,36	1,43
Jumlah		201,83	94,86	100,00

3.2.2 Biomassa dan Simpanan Karbon Pohon Mati (Nekromassa)

Komponen pohon mati hanya ditemukan satu individu dari jenis jamblang (*Syzygium cumini*) dengan biomassa 0,002 ton/ha dan simpanan karbon 0,0009 ton/ha. Nilai ini tergolong sangat kecil dibandingkan komponen lain, namun keberadaan nekromassa tetap penting dalam proses ekologi. Pohon mati

berfungsi sebagai sumber bahan organik yang akan mengalami dekomposisi menjadi unsur hara tanah, sekaligus menyediakan habitat bagi berbagai jenis jamur dan organisme pengurai. Dengan demikian, meskipun jumlah dan volumenya kecil, pohon mati memiliki peran ekologis penting dalam mendukung keseimbangan siklus karbon di kawasan wisata alam Pulo Tareba.

Tabel 3. Biomassa dan Simpanan Karbon Pohon Mati

No	Petak	Nama Ilmiah	Biomassa (Ton/ha)	Simpanan Karbon (Ton/ha)
1	1	<i>Syzygium cumini</i>	0,002	0,0009
Jumlah			0,002	0,0009

3.2.3 Biomassa dan Simpanan Karbon Serasah (Litter)

Total biomassa serasah mencapai 164,27 ton/ha dengan total simpanan karbon 77,21 ton/ha. Nilai tertinggi ditemukan pada plot 8 dengan biomassa 26,78 ton/ha dan karbon 12,59 ton/ha, sedangkan nilai terendah pada plot 3 dengan biomassa 13,15 ton/ha dan karbon 6,18 ton/ha. Variasi antarplot menunjukkan perbedaan kondisi lingkungan

seperti tutupan kanopi, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya yang mempengaruhi jumlah serasah. Secara umum, serasah memberikan kontribusi besar terhadap total simpanan karbon karena proses dekomposisi yang terus berlangsung menghasilkan bahan organik tanah baru. Hasil ini menegaskan pentingnya menjaga vegetasi dan serasah alami di lantai hutan sebagai bagian dari sistem penyimpanan karbon.

Tabel 4. Biomassa dan Simpanan Karbon Serasah

Plot	Biomassa (Ton/ha)	Karbon (Ton/ha)	Persentase (%)
1	16,06	7,55	9,78
2	23,06	10,84	14,04
3	13,15	6,18	8,01
4	19,36	9,10	11,78
5	21,10	9,92	12,85
6	21,15	9,94	12,88
7	23,61	11,10	14,37
8	26,78	12,59	16,30
Jumlah	164,27	77,21	100,00

3.2.4 Biomassa dan Simpanan Karbon Tumbuhan Bawah

Hasil pengukuran menunjukkan total biomassa tumbuhan bawah 33,15 ton/ha dengan simpanan karbon 15,58 ton/ha. Nilai tertinggi terdapat pada plot 3 (6,24 ton/ha biomassa; 2,93 ton/ha karbon) dan terendah pada plot 5 (2,89 ton/ha biomassa; 1,36 ton/ha karbon). Perbedaan antarplot berkaitan dengan

variasi kepadatan vegetasi dan ketersediaan cahaya di lantai hutan. Tumbuhan bawah berperan penting sebagai penutup tanah yang menjaga kelembaban, menekan erosi, serta ikut menyumbang bahan organik. Meskipun kontribusinya relatif kecil dibandingkan tegakan pohon, keberadaan tumbuhan bawah tetap mendukung total stok karbon di kawasan wisata alam Pulo Tareba.

Tabel 5. Biomassa dan Simpanan Karbon Tumbuhan Bawah

Plot	Biomassa (Ton/ha)	Karbon (Ton/ha)	Persentase (%)
1	2,89	1,36	8,73
2	3,71	1,74	11,20
3	6,24	2,93	18,81
4	3,29	1,55	9,93
5	2,89	1,36	8,72
6	4,46	2,10	13,47
7	4,27	2,00	12,87
8	5,40	2,54	16,28
Jumlah	33,15	15,58	100,00

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di kawasan wisata alam Pulo Tareba, diperoleh total biomassa sebesar 399,252 ton/ha dan total simpanan karbon 187,651 ton/ha. Komponen penyimpan karbon terbesar berasal dari pohon hidup (94,86 ton/ha), diikuti serasah (77,21 ton/ha), tumbuhan bawah (15,58 ton/ha), dan pohon mati (0,0009 ton/ha). Jenis *Syzygium cumini* merupakan spesies dominan yang memberikan kontribusi tertinggi terhadap total simpanan karbon kawasan. Hasil ini menunjukkan bahwa kawasan wisata alam Pulo Tareba memiliki potensi ekologis yang besar dalam penyimpanan karbon di atas permukaan tanah dan dapat mendukung upaya mitigasi perubahan iklim melalui konservasi vegetasi yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 7724:2019. Pengukuran Dan Penghitungan Cadangan Karbon- Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Berbasis Lahan (Land-Based Carbon Accounting). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Ekuatorial. (2024). Menyaksikan Fauna Endemik Langka Maluku Utara Di Pulo Tareba: Ekuatorial. <https://Www.Ekuatorial.Com/En/2024/01/Watching-Rare-Endemic-Fauna-Of-North-Maluku-At-Pulo-Tareba/?Utm>. Tanggal akses 30 Mei 2025.
- Ekuatorial. (2024). Menyapa Fauna Endemik Maluku Utara Di Pulo Tareba. <https://Www.Ekuatorial.Com/2024/01/ Menyapa-Fauna-Endemik-Maluku-Utara-Di-Pulo-Tareba/>. Tanggal akses 30 Mei 2025.
- Hairiah, Kurniatun., Ekadinata, Andree., Sari, R. Ratna., Rahayu, & Subekti. (2011). *Pengukuran Cadangan Karbon: Dari Tingkat Lahan Ke Bentang Lahan*. World Agroforestry Centre (Icraf). Diakses dari website <https://www.cifor-icraf.org/publications/sea/Publications/files/manual/MN0049-11.pdf>. Pada tanggal 28 Mei 2025.
- Hawari, R. (2024). Estimasi Stok Karbon Serasah Di Kawasan Konservasi Taman Wisata Alam Iboih Sabang. *Skripsi*. Jurusan Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-raniry.
- Irawan, U. S., & Purwanto, E. (2020). Pengukuran dan pendugaan cadangan karbon pada ekosistem hutan gambut dan mineral, studi kasus di Hutan Rawa Gambut Pematang Gadung dan Hutan Lindung Sungai Lesan, Kalimantan. Yayasan Tropenbos Indonesia.
- Irmayanti, L., Ashari, R., Umanailo, F., Rangkuti, A. B., Fatrawana, A., Nurdin, A. S., & Nur, M. (2022). Flora composition and diversity in Mount Sibela Educational Forest, South Halmahera, North Maluku. In *IOP*

- Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 959, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.
- Ketterings, Q.M., Coe, R., Van Noordwijk, M., Ambagau, Y dan Palm, C. 2001. Reducing uncertain in the use of allometric biomass equation for predicting above ground tree biomass in mixed secondary forest. *Forest Ecology and Management* 146:199- 209. DOI 10.1016/S0378- 1127(00)00460-6.
- Krisnawati, H., Adinugroho, W. C., & Imanuddin, R. (2012). Monograf model-model alometrik untuk pendugaan biomassa pohon pada berbagai tipe ekosistem hutan di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.
- Lugina, M., Ginoga, K. L., Wibowo, A., Bainnaura, A., Partiani, T., & Indonesia, R. (2011). Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk pengukuran dan perhitungan stok karbon di kawasan konservasi. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Luhulima, S. H., Osok, R. M., & Kaya, E. (2020). Simpanan karbon di atas permukaan pada berbagai penggunaan lahan di Hutan Lindung Sirimau, Pulau Ambon. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16(2), 215-223.
- Mandea, A. R., Yuniastuti, E., & Melati, R. (2024). The Vegetation Analysis of Natural Habitat of Wild Nutmeg (*Myristica* Spp) in Halmahera Forest, North Maluku. *International Journal on Advanced Science, Engineering & Information Technology*, 14(6).
- Manuri, S., Putra, C. A. S., & Saputra, A. D. (2011). Teknik pendugaan cadangan karbon hutan. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation–GIZ. Palembang.
- Martawijaya A, Kartasujana YI, Iding, Kadir K, Prawira A dan Soewanda A. (2005). Atlas Kayu Indonesia Jilid 1. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor, Indonesia.
- Martawijaya, A. Kartasujana, I., Mandang, Y.I., Prawira, S.A. dan Kadir, K. (1989) Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor, Indonesia
- Mongabay. (2017). Ternate Bersiap Hadapi Dampak Perubahan Iklim, Seperti Apa?. Mongabay.
<https://Mongabay.Co.Id/2017/04/16/Ternate-Bersiap-Hadapi-Dampak-Perubahan-Iklim-Seperti-Apa/>. Tanggal akses 30 Mei 2025.
- Mujahidah, MSZ, Tatang, TT, & Muhdin, MM (2020). Model alometrik untuk pendugaan biomassa pohon di hutan sekunder lahan kering di Halmahera Timur. *Jurnal Wasian* , 7 (2), 87-101.
- Nurhaeda, N. (2023). Biomassa Dan Karbon Tersimpan Di Atas Permukaan Tanah Pada Hutan Rakyat Monokultur Di Desa Batupanga Daala Kabupaten Polewali Mandar. *Skripsi*. Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Sulawesi Barat.
- Saputro, S. E. (2018). Saputro, S. E. (2018). Ragam Spesies Mangrove Dan Estimasi Stok Karbon Yang Tersimpan Pada Hutan Mangrove Di Desa Labuhan, Kec. Brondong, Kab. Lamongan. *Skripsi*. Jurusan Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.
- Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.