Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
6 (2) 2026, Page 29907-29914

Potensi Simpanan Karbon Pada Tegakan Jati (Tectona Grandis) Di Hutan Produksi Terbatas Bifemnasi Sonmahole (Studi Kasus Desa Tunabesi Kabupaten Malaka)

Ermelinda Saputri Sambur[1], Fadlan Pramatana[2], Lusia Sulo Marimpan[3], Nixon Rammang[4]
[1,2,3,4] Universitas Nusa Cendana
e-mail: putrisambur54@gmail.com

ABSTRAK

Hutan produksi memiliki peran penting dalam mendukung keberlanjutan ekosistem sekaligus memberikan manfaat ekonomi, salah satunya melalui jasa lingkungan berupa penyimpanan karbon. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi biomassa dan simpanan karbon pada tegakan Jati (Tectona grandis) di kawasan Hutan Produksi Terbatas (HPT) Bifemnasi Sonmahole, Desa Tunabesi, Kabupaten Malaka, Nusa Tenggara Timur. Metode penelitian menggunakan stratified random sampling dengan ukuran plot 25 × 40 m. Penentuan jumlah sampel disesuaikan secara proporsional dengan kelas kerapatan vegetasi. Data lapangan berupa diameter pohon diukur secara langsung, kemudian biomassa dihitung menggunakan persamaan alometrik, dan nilai karbon diperoleh dengan mengalikan biomassa dengan faktor 0,47. Hasil analisis menunjukkan bahwa total biomassa tegakan Jati mencapai 174,539 ton/ha dengan simpanan karbon sebesar 82,031 ton/ha. Pada kelas kerapatan rapat, rata-rata kandungan karbon tercatat 51,215 ton/ha, sedangkan pada kelas sedang hanya 30,816 ton/ha. Perbedaan ini menegaskan bahwa semakin tinggi kerapatan pohon, semakin besar pula akumulasi biomassa dan cadangan karbon yang tersimpan. Estimasi penyerapan CO_2 dari kedua kelas kerapatan adalah 301,053 ton/ha, menunjukkan kontribusi signifikan tegakan Jati dalam mereduksi emisi gas rumah kaca. Dari sisi ekonomi, valuasi simpanan karbon diperkirakan sebesar Rp 3.925.388.733 atau setara USD 238.327,17. Nilai ini menegaskan bahwa tegakan Jati di HPT Bifemnasi Sonmahole tidak hanya berfungsi sebagai penyerap karbon, tetapi juga memiliki potensi ekonomi strategis melalui skema perdagangan karbon. Oleh karena itu, pengelolaan hutan perlu diarahkan secara berkelanjutan untuk menjaga cadangan karbon sekaligus meningkatkan manfaat ekonomi bagi masyarakat.

Kata kunci: tectona grandis, biomassa, karbon, co_2, valuasi ekonomi

ABSTRACT

Production forests play a crucial role in maintaining ecosystem sustainability while providing economic benefits, particularly through environmental services such as carbon storage. This study aims to analyze the biomass and carbon stock potential of Teak Tectona grandis stands in the Limited Production Forest of Bifemnasi Sonmahole, Tunabesi Village, Malaka Regency, East Nusa Tenggara. The research employed a stratified random sampling method with a plot size of 25 × 40 m. The number of samples was proportionally determined based on vegetation density classes. Field data were collected through direct tree diameter measurements, while biomass was estimated using an allometric equation. Carbon stock was then calculated by multiplying biomass values with a conversion factor of 0.47. The results revealed that the total biomass of Teak stands reached 174,539 tons/ha with a carbon stock of 82,031 tons/ha. Dense vegetation classes stored an average of 51,215 tons/ha of carbon, higher than the medium class, which stored 30,816 tons/ha. This finding confirms that higher tree density correlates with greater biomass accumulation and carbon storage capacity. The estimated CO_2 absorption of both density classes amounted to 301,053 tons/ha, highlighting the significant role of Teak stands in reducing greenhouse gas emissions. From an economic perspective, the valuation of carbon storage was estimated at IDR 3.925.388.733 or approximately USD 238.327,17. These findings emphasize that Teak stands in Bifemnasi Sonmahole not only function as important carbon sinks but also hold strategic economic value through carbon trading schemes. Thus, sustainable forest management is essential to maintain carbon reserves while enhancing economic benefits for local communities.

Keywords: tectona grandis, biomass, carbon stock, CO_2 absorption, economic valuatio

© The Author(s). 2026 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's

Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Biomassa merupakan total massa bagian tanaman yang masih hidup, baik di atas maupun di bawah permukaan tanah, yang dinyatakan sebagai berat kering per satuan luas. Biomassa hutan mencakup biomassa atas permukaan tanah (above-ground biomass), biomassa bawah permukaan tanah (below-ground biomass), serta bahan organik mati seperti kayu mati dan serasah. Biomassa hutan memiliki peran penting karena mengandung karbon, yang diserap pohon melalui proses fotosintesis dan disimpan dalam jaringan tanaman. Unsur karbon menyusun sekitar 47% biomassa vegetasi hutan, sehingga semakin besar biomassa maka semakin besar pula cadangan karbon yang tersimpan.

Apabila hutan mengalami pembakaran atau degradasi, karbon tersebut dilepaskan ke atmosfer dalam bentuk CO_2, salah satu gas rumah kaca utama penyebab pemanasan global. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca berdampak pada perubahan iklim, seperti ketidakstabilan pola curah hujan, peningkatan intensitas cuaca ekstrem, serta kenaikan muka air laut akibat pemuaian air laut dan pencairan es di wilayah kutub. Indonesia telah meratifikasi Paris Agreement melalui UU No. 16 Tahun 2016 dan berkomitmen menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 29–41% pada tahun 2030. Komitmen tersebut diperkuat melalui kebijakan FOLU Net Sink 2030, yang menargetkan sektor kehutanan dan penggunaan lahan lainnya mampu menyerap emisi lebih besar daripada yang dilepaskan.

Sektor FOLU diproyeksikan menyumbang sekitar 60% dari target penurunan emisi nasional melalui pengurangan deforestasi dan degradasi hutan, restorasi hutan dan lahan, serta peningkatan kapasitas serapan karbon. Oleh karena itu, pengukuran karbon hutan menjadi sangat penting untuk mengetahui kontribusi hutan dalam mitigasi perubahan iklim, mendukung perumusan kebijakan pengelolaan hutan berkelanjutan, serta mendukung inisiatif REDD+. Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai potensi simpanan karbon pada tegakan jati (Tectona grandis) di Hutan Produksi Terbatas Bifemnasi Sonmahole perlu dilakukan sebagai dasar pengelolaan hutan yang berkelanjutan dan berwawasan iklim.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan juli 2025 di Hutan Produksi Terbatas Bifemnasi Sonmahole, Desa Tunabesi, Kabupaten Malaka, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah aplikasi avensa, rol meter, *tally sheet*,*Phi band*, tali, dan *hand phone android* untuk dokumentasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tegakan Jati (*Tectona grandis*) pada Hutan Produksi Terbatas Bifemnasi Sonmahole.

1. *Identifikasi kerapatan vegetasi dilakukan melalui interpretasi citra satelit menggunakan analisis NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) dengan rumus sebagai berikut(Sunaryo dan Iqmi, 2015):*

$$\text{NDVI} = \frac{NIR-Red}{NIR+Red}$$

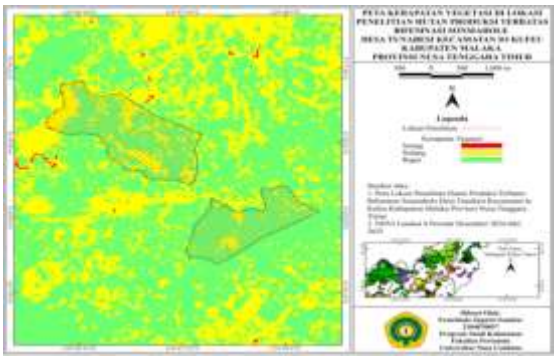
Keterangan:

NIR = Band 5 Landsat 8

Red = Band 4 Landsat

Kerapatan Vegetasi	**NDVI**	**Luas (m^2)**	**Luas (Ha)**	**Persentase (%)**
Jarang	0-0,21	5.827,00	0,58	0,15
Sedang	0,22-0,42	946.400,00	94,64	24,05
Rapat	0,43-1	2.982.306,00	298,23	75,80
Total		**3.934.533,00**	**393,45**	**100**

Pemilihan populasi dilakukan secara puposive dengan penempatan yang proporsional melalui metode stratified random sampling dengan ukuran plot 25 x 40 m (Marimpan *dkk*., (2022)).. Jumlah sampel yang diambil dari area dengan kerapatan tinggi, sedang, dan rendah disesuaikan dengan representasi wilayah masing-masing. Menurut Nurgiyantoro *dkk.,* (2009 dalam Marimpan *dkk.,* (2022), untuk mencapai distribusi normal dalam populasi, dibutuhkan minimal 30 sampel.



Jumlah plot per kelas kerapatan (secara proporsional) menggunakan rumus *National Inventory Methodologies 2017*: $\frac{Luas\ Kelas\ kerapatan\ i}{Total\ Luas\ Lahan} \times$ Total Plot:

Kelas kerapatan Jarang = $\frac{0,58}{393,45} \times 30 = 0,04 = 0$ plot

Kelas kerapatan Sedang = $\frac{94,64}{393,45} \times 30 = 7,21 = 7$ plot

Kelas kerapatan rapat = $\frac{298,23}{393,45} \times 30 = 22,70 = 23$ plot

Pada tahapan pengambilan data tegakan dapat dilakukan sebagai berikut: Identifikasi jenis pohon pada kawasan hutan lalu catat ke dalam *tally sheet* kemudian ukur diameter pohon menggunakan *phi band*. Setalah diameter pohon didapkan kemudian tulis diameter pohon pada tally sheet. Perbedaan waktu pengambilan citra (priode Desember 2024 sampai mei 2025) dan penelitian di bulan juli menyebabkan perbedaan kerapatan pada peta dan kondisi di lapangan. Tajuk jati tampak lebih jarang dan permukaan lahan lebih terbuka, sehingga kerapatan vegetasi secara visual terlihat lebih rendah dibandingkan dengan yang ditunjukkan pada peta hasil pemetaan, yang bisa berpengaruh terhadap jumlah karbon yang tidak sebanding dengan kerapatan lahan pada peta.

Analisis data dilakukan dengan cara kuantitatif. Analisis kuantitatif dilakukan untuk mengetahui biomassa dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan allometrik yang telah dibuat oleh peneliti-peneliti sebelumnya yang pengukurannya diawali dengan menebang dan menimbang pohon (*Non-destructive sampling*).

1. Persamaan allometrik yang digunakan untuk menganilis data yaitu (Siregar,2012):

$BT = 0{,}0944\ D^{2{,}4578}$, R = 0,9719 (biomassa total)

Keterangan:

D = Diameter

BT= Biomassa Total

2. Perhitungan Karbon

Karbon (C) = BT x 0,47

Keterangan :

C = Jumlah stok karbon (ton/ha)

BT = Biomassa (ton/ha).

3. Perhitungan Serapan Karbondioksida

$CO_2 = C \times 3.67$

Keterangan:

CO_2: Serapan karbon CO_2 (tCO_2/ha)

C : Cadangan karbon (ton)

3,67: Konversi unsur C ke CO_2

4. Perhitungan Valuasi Ekonomi Karbon

NEK = Serapan $CO_2 \times 58.800$

Keterangan:

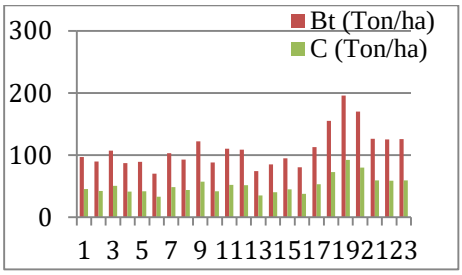
NEK : Nilai Ekonomi Karbon

Rp.58.800 : Harga Pasar Per Unit Karbon

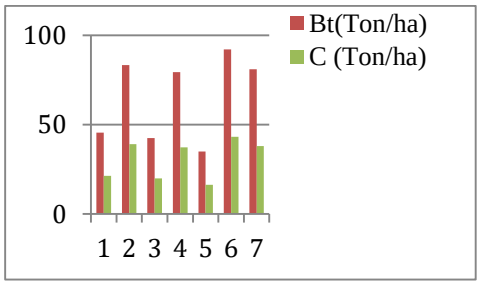
HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Biomassa dan Karbon

Pada kelas kerapatan rapat plot 19 memiliki biomassa tertinggi sebesar 195,83 ton/ha yang berkontribusi besar terhadap tingginya simpanan karbon, sedangkan biomassa terendah terdapat pada plot 6 sebesar 69,82 ton/ha. Rata-rata biomassa mencapai 108,96 ton/ha dengan kandungan karbon berkisar 34,87–92,04 ton/ha dan rata-rata 51,21 ton/ha. Total biomassa seluruh plot tercatat sebesar 2506,30 ton/ha dengan simpanan karbon 1177,96 ton/ha. Perbedaan biomassa dan karbon dipengaruhi oleh diameter rata-rata pohon, jumlah dan kerapatan tegakan, yang juga mencerminkan kualitas tempat tumbuh. Kerapatan tegakan dan jumlah pohon juga faktor yang menentukan simpanan karbon pada areal tersebut, selain itu kerapatan tegakan mengindikasikan kualitas tempat tumbuh (Ridwanullah, 2011). Potensi biomassa dan simpanan karbon vegetasi rapat dapat disajikan dalam diagram berikut:

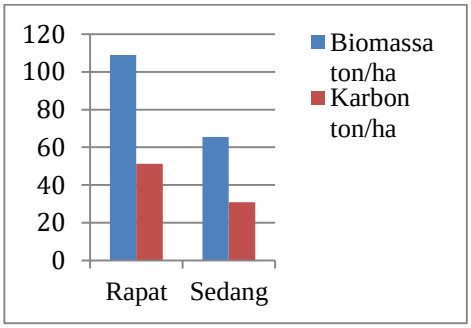


Pada kelas kerapatan sedang plot 6 memiliki nilai biomassa tertinggi sebesar 92,07 ton/ha, yang menunjukkan kapasitas penyimpanan biomassa tegakan yang lebih besar dibandingkan plot lainnya, terutama dipengaruhi oleh jumlah tegakan yang relatif tinggi. Sebaliknya, Plot 5 mencatat biomassa terendah sebesar 34,97 ton/ha, jauh di bawah rata-rata biomassa seluruh plot sebesar 65,56 ton/ha, sehingga mengindikasikan kondisi tegakan yang kurang optimal dalam menyimpan biomassa namun tetap berpengaruh terhadap jumlah karbon. Potensi biomassa dan simpanan karbon vegetasi sedang dapat disajikan dalam diagram berikut:



Vegetasi dengan kerapatan rapat memiliki rata-rata kandungan karbon lebih tinggi, yaitu 51,21 ton/ha, dibandingkan kelas kerapatan sedang sebesar 30,81 ton/ha. Kelas kerapatan sedang umumnya dicirikan oleh jumlah pohon yang lebih sedikit per satuan luas, sehingga menghasilkan biomassa yang lebih rendah. Jumlah dan diameter pohon dalam suatu plot berpengaruh terhadap besarnya biomassa dan simpanan karbon, sejalan dengan Hairiah dan Rahayu (2007, dalam Naylom dkk., 2024) yang menyatakan

bahwa biomassa hutan mencerminkan estimasi penyimpanan karbon vegetasi. Biomassa pada kelas kerapatan rapat mencapai 108,97 ton/ha dengan simpanan karbon 51,22 ton/ha, sedangkan pada kelas kerapatan sedang biomassa tercatat 65,57 ton/ha dengan karbon sebesar 30,82 ton/ha. Secara keseluruhan, total biomassa dari kedua kelas kerapatan mencapai 174,53 ton/ha dengan total simpanan karbon sebesar 82,03 ton/ha, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram berikut.



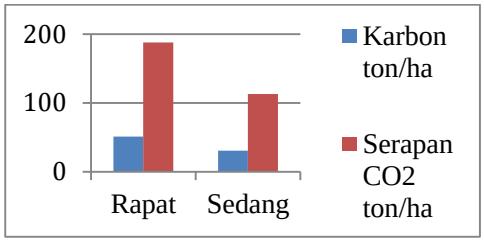
Kegiatan pencurian kayu yang berlangsung lama di kawasan Hutan Produksi Terbatas (HPT) Bifemnasi Sonmahole menyebabkan berkurangnya secara signifikan keberadaan pohon Jati berdiameter besar (>30 cm). Pohon-pohon berdiameter besar umumnya merupakan penyumbang utama biomassa dan cadangan karbon hutan, sehingga kelangkaannya secara langsung menurunkan total stok karbon di kawasan tersebut. Hilangnya pohon Jati berukuran besar tidak hanya mengurangi akumulasi karbon di atas permukaan tanah, tetapi juga mengganggu struktur tegakan dan dinamika ekosistem hutan. Akibatnya, kapasitas HPT Bifemnasi Sonmahole dalam menyerap dan menyimpan karbon menjadi lebih rendah, yang pada akhirnya berimplikasi terhadap fungsi ekologis hutan sebagai penyerap emisi karbon dan penyangga perubahan iklim.

Perbedaan iklim dan kesuburan tanah dapat memengaruhi pertumbuhan pohon dan, pada akhirnya, jumlah karbon yang tersimpan. Iklim kering di daerah, seperti Pulau Timor di Nusa Tenggara Timur juga berdampak pada penyimpanan karbon marimpan *dkk*., (2022). Hal ini sejalan dengan pernyataan (Balitbang, 2010) *dalam* Istomo dan Farida (2017) dalam Adanya perbedaan simpanan karbon disebabkan oleh kerapatan tegakan, umur tegakan, kualitas tempat tumbuh, iklim, topografi, karakteristik tanah, komposisi umur pohon, dan perlakuan silvikultur yang diberikan.

1. Potensi Serapan CO_2 pada Tegakan Jati di HPT Bifemnasi Sonmahole

Pada kelas kerapatan rapat, tercatat karbon sebesar 51,22 ton/ha, yang menghasilkan serapan CO_2 sebesar 187,96 ton/ha. Angka ini menunjukkan bahwa semakin rapat tutupan vegetasi, semakin besar pula kemampuan lahan tersebut dalam menyerap dan menyimpan karbon, serta dalam menyerap gas rumah kaca seperti CO_2 dari atmosfer. Sedangkan, pada kelas kerapatan sedang, kandungan karbon tercatat sebesar 30,82 ton/ha, dan serapan CO_2 adalah 113,09 ton/ha.. Menurut Handika *dkk.,* (2020) faktor yang mempengaruhi serapan karbon adalah kerapatan tegakan, bahwa kerapatan tegakan berbanding lurus dengan serapan karbon dalam mereduksi CO_2. Oleh karena itu, setiap faktor yang

menyebabkan peningkatan atau penurunan potensi simpanan karbon akan memberikan dampak langsung terhadap besarnya karbon yang dapat diserap Wulandari (2015, *dalam* Naylom *dkk.,* 2025). Penyerapan CO_2 di HPT Bifemnasi Sonmahole disajikan dalam diagram berikut:



2. Valuasi Ekonomi Karbon Tegakan Jati HPT Bifemnasi Sonmahole Desa Tunabesi

Jumlah karbon dioksida (CO_2) yang tersimpan pada kelas kerapatan vegetasi rapat mencapai sebesar 56.055,03 Ton. Jika dikonversikan ke dalam nilai ekonomi, estimasi valuasi karbon dari kelas ini mencapai USD 200.116,45 atau setara dengan sekitar Rp 3.296.035.616,91. Kelas ini menunjukkan kontribusi terbesar terhadap total simpanan karbon dari seluruh kawasan yang dianalisis. Dari sisi ekonomi, tingginya valuasi karbon yang dihasilkan oleh kelas kerapatan rapat menunjukkan bahwa ekosistem ini memiliki potensi jasa lingkungan yang tinggi. Oleh karena itu, kawasan berhutan lebat perlu dijadikan prioritas utama dalam perencanaan kebijakan konservasi dan tata kelola lahan, termasuk skema perlindungan dan pemanfaatan berkelanjutan.Sementara itu, pada kelas kerapatan sedang, jumlah karbondioksida yang tersimpan tercatat sebesar 10.703,28 Ton. Nilai tersebut jika dinilai dalam aspek ekonomi setara dengan USD 38.210,72 atau sekitar Rp 629.533.116,89. Meskipun kontribusinya relatif lebih kecil dibandingkan kelas rapat, kelas ini tetap menunjukkan nilai ekonomi yang tidak dapat diabaikan. Total valuasi ekonomi karbon dari tegakan Jati di kawasan tersebut diperkirakan mencapai Rp 3.925.388.733,80 atau setara dengan USD 238.327,17. Nilai ini mencerminkan potensi pendapatan yang dapat diperoleh dari skema jual beli sertifikat pengurangan emisi karbon di pasar karbon, sekaligus memperkuat insentif ekonomi bagi pengelolaan hutan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada tegakan Jati Hutan Produksi Terbatas Bifemnasi Sonmahole di Desa Tunabesi kesimpulan yang didapat adalh sebagai berikut:

1. Jumlah biomassa yang tersimpan pada tegakan Jati Hutan Produksi Terbatas Bifemnasi Sonmahole di Desa Tunbesi adalah 174,53 ton/ha, sedangkan jumlah karbon yang tersimpan adalah 82,03 ton/ha.
2. Nilai serapatan CO_2 pada tegakan Jati Hutan Produksi Terbatas Bifemnasi Sonmahole di Desa Tunbesi adalah 301,05 ton/ha dan valuasi ekonomi karbon tegakan Jati Hutan Produksi Terbatas Bifemnasi Sonmahole di Desa Tunabesi adalah USD 238.327,17 atau sekitar Rp 3.925.388.732,80.

DAFTAR PUSTAKA

Handika, R.A., Fitrirada, W., & Rodhiyah, Z. (2020). Potensi vegetasi hutan kota dalam reduksi emisi karbon dioksida (C02) di Kota Jambi. Biospecies, 13(1), 23–28. https://doi.org/10.22437/biospecies.v 13i1.8463.

Istomo, & Farida, N. E. (2017). Potensi Simpanan Karbon di Atas Permukaan Tanah Tegakan Acacia nilotica L. (Willd) ex. Del. di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 7(2), 155-162.

Kementerian Kehutanan Republik Indonesia. (2009). Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.30/Menhut-II/2009 tentang Tata Cara Pengurangan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi Hutan (REDD). Jakarta: Kementerian Kehutanan.

Marimpan, L. S., Purwanto, R. H., Wardhana, W., & Sumardi. (2022). Carbon storage potential of Eucalyptus urophylla at several density levels and forest management types in dry land ecosystems. Biodiversitas, 23(6), 2830–2837. https://doi.org/10.13057/biodiv/d23060

Maruapey, A., & Irnawati. (2019). Studi Sekuestrasi Karbon Pada Tegakan Jati (Tectona grandis Linn.) Di Areal Penghijauan Kabupaten Sorong. Median, 11(1), 1-13. https://doi.org/10.33506/md.v11i1.478

Naylom, L. L. E., Marimpan, L. S., & Sinaga, P. S. (2025). Potensi simpanan dan serapan karbon pada ruang terbuka hijau kampus Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Jurnal Penelitian Kehutanan Bonita, 7(1), 17–24

Siregar, C. A. (2012). Formulasi Persamaan Allometrik untuk Pendugaan Biomassa Karbon Jati (Tectona grandis Linn.F) di Jawa Barat. Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan, 9(3), 160-169

Sunaryo,D.K.,& Iqmi,M.Z.(2015).Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Pendektesian dan mengetahui Hubungan Kerapatan Vegetasi Terhadap Suhu Permukaan (Studi Kasus; Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung)Spectra, 25(1), 55-72.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Ratifikasi Persetujuan Paris.

Ridwanullah, D., 2011. Pendugaan fluktuasi kandungan karbon melalui analisis biomassa pohon Akasia (Acacia mangium Willd) studi kasus PT. Sumatra Sylva Lestari [tesis]. Universitas Riau, Riau

UU No. 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan