

POTENSI BIOMASSA DAN SERAPAN CO₂ PADA NEKROMASSA DAN SERASAH HUTAN DI AREA KAMPUS UNIVERSITAS NUSA CENDANA KOTA KUPANG NUSA TENGGARA TIMUR

Maria Pangrasia Sabu, Lusia S. Marimpan, Roni H. Sipayung, Fadlan Pramatana

Email: sabumaria380@gmail.com

Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana

ABSTRAK

Universitas Nusa Cendana memiliki hutan kampus yang berperan penting sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi biomassa, simpanan karbon, serapan CO₂, serta nilai ekonomi karbon pada nekromassa dan serasah hutan di area kampus Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2025 dengan metode non-destruktif untuk nekromassa dan destruktif untuk serasah. Penentuan plot secara *purposive sampling* dengan menggunakan kelas kerapatan vegetasi. Analisis data secara kuantitatif menurut Badan Standardisasi Nasional tahun 2011 dan menggunakan persamaan allometrik. Perhitungan kandungan karbon dengan mengalikan biomassa dengan faktor konversi 0,47, serapan CO₂ dihitung dengan mengalikan karbon dengan faktor konversi 3,67. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi biomassa pada nekromassa dan serasah di area kampus Universitas nusa Cendana adalah 18,180 ton/ha dan simpanan karbon sebesar 8,500 ton/ha, nilai serapan sebesar 31,206 ton/ha, serta valuasi ekonomi karbon sebesar \$ 5.112,48 US Dollar atau setara dengan Rp 78.901.268.

Kata Kunci : Biomassa, Karbon, Nekromassa, Serasah, Serapan CO₂, Hutan Kampus Universiitas Nusa Cendana

I. PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan permasalahan lingkungan yang dirasakan oleh masyarakat dunia yang menyebabkan perubahan iklim, ditandai dengan kondisi peningkatan suhu yang semakin panas. Penyebab utama dari pemanasan global adalah gas rumah kaca, terutama sisa pembakaran yang memicu ruang ke dalam akumulasi CO₂ di atmosfer. CO₂ atau karbon dioksida merupakan salah satu komponen gas rumah kaca yang dapat berperan sebagai perangkap panas atmosfer, sehingga menyebabkan terjadinya perubahan iklim dan pemanasan global (Mindawati, 2005). Peningkatan CO₂ di atmosfer, disebabkan oleh berkurangnya hutan sebagai penyerap karbon dioksida. Peran hutan sebagai penyerap dan penyimpan karbon sangat penting dalam rangka mengatasi masalah efek rumah kaca

yang mengakibatkan pemanasan global (Yuniawati *et al.*, 2011). Di dalam hutan, terdapat tegakan, tumbuhan bawah, nekromassa dan serasah yang berperan penting dalam penyerapan dan penyimpanan karbon.

Nekromassa merupakan bahan organik yang tersimpan dalam tumbuhan seperti pohon mati dan kayu mati, sedangkan ranting, daun, bunga, dan buah yang kering disebut dengan serasah. Nekromassa dan serasah masih menyimpan cadangan karbon yang diperoleh dari proses fotosintesis saat masih hidup. Cadangan karbon pada nekromassa dan serasah akan bergantung pada kemampuan penyerapan karbon yang tinggi pada saat tumbuhan masih hidup. Selain itu, cadangan karbon pada nekromassa dan serasah akan terus berkurang dengan adanya proses dekomposisi (Anggraeny, 2017).

Universitas Nusa Cendana merupakan salah satu universitas negeri di Kota Kupang Nusantara Tenggara Timur yang memiliki potensi cadangan karbon yang besar. Area hutan Universitas Nusa Cendana memiliki luas 43 ha yang berperan penting dalam menyerap karbon dioksida, menurunkan suhu dan meningkatkan kelembaban. Namun, Universitas Nusa Cendana juga menjadi salah satu penghasil emisi CO₂ yang disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan dalam kampus serta pembangunan yang terus meningkat. Berdasarkan data dari Universitas Nusa Cendana jumlah mahasiswa Universitas Nusa Cendana pada tahun 2023/2024 mencapai 33.689 mahasiswa dan jumlah dosen ± 900 dosen (Undana.ac.id,2024a). Dari data tersebut menunjukkan

bahwa dari bertambahnya jumlah mahasiswa dan dosen, maka penggunaan kendaraan bermotor sebagai transportasi semakin meningkat, dalam sehari jumlah kendaraan yang keluar masuk Universitas Nusa Cendana mencapai ± 3.000 unit kendaraan. Sehingga dengan aktivitas manusia dalam kampus, peningkatan jumlah kendaraan, penggunaan AC dan pembangunan sarana di lingkungan kampus berpotensi meningkatkan begitu banyak gas CO₂ di atmosfer. Jika dilihat dari fungsi dan keberagaman vegetasi serta nekromassa dan serasah yang dimiliki, hutan area kampus Universitas Nusa Cendana memiliki potensi cadangan karbon yang cukup besar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Naylor *et al.*, (2024) yang

menunjukkan hasil, bahwa potensi biomassa pada tegakan di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah sebesar 140,76 ton/ha dan simpanan karbon pada tegakan di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah sebesar 66,32 ton/ha.

Sedangkan, nilai serapan CO₂ di area kampus Universitas Nusa Cendana

sebesar 243,40 ton/ha. Penghitungan potensi biomassa dan serapan CO₂

pada nekromassa dan serasah di area hutan kampus Universitas Nusa

Cendana belum pernah dilakukan. Hal tersebut menjadi sumber informasi

terkait potensi biomassa dan serapan CO₂ pada nekromassa dan serasah

yang dapat dimanfaatkan untuk kesuburan tanah dan mengurangi laju deforestasi.

Penelitian ini memfokuskan pada dua rumusan masalah:

1. Berapa potensi biomassa dan

simpanan karbon pada nekromassa dan serasah hutan area kampus Universitas Nusa Cendana?

2. Berapa potensi serapan CO₂ dan nilai ekonomi karbon pada nekromassa dan serasah hutan di area kampus Universitas Nusa Cendana?

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai September

2025 di area kampus Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang Nusa Tenggara

Timur dan Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa

Cendana. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode

non-destructive untuk nekromassa dan *destructive* untuk serasah.

Pengambilan data nekromassa pohon mati, kayu mati dan serasah dilakukan

dengan metode *sampling* dengan lokasi

sampel ditentukan secara sengaja dengan pertimbangan tertentu. Berdasarkan hasil digitasi citra satelit didapatkan luas keseluruhan Universitas Nusa Cendana 89 Ha dan luas tutupan lahan 43 Ha. Luas tutupan

lahan dibagi berdasarkan tutupan vegetasi yaitu tutupan vegetasi rapat 22 Ha, tutupan vegetasi sedang 14 Ha, dan tutupan vegetasi jarang 7 Ha (Naylom *et al.*, 2024).



Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: GPS untuk menentukan titik koordinat plot, Phiband untuk mengukur diameter nekromassa pohon mati dan kayu mati, Hagameter untuk mengukur tinggi nekromassa pohon mati, Tally Sheet untuk mencatat hasil pengukuran nekromassa pohon mati,

kayu mati dan serasah, Alat tulis untuk menulis hasil pengukuran, Handphone untuk dokumentasi, Kalkulator Tali Rafia untuk batasan plot, Roll Meter untuk mengukur luasan plot, PlanNet untuk mengidentifikasi jenis tumbuhan, Software Microsoft Excel untuk mengolah data, Alat pengukur berat (timbangan), Oven pengering.

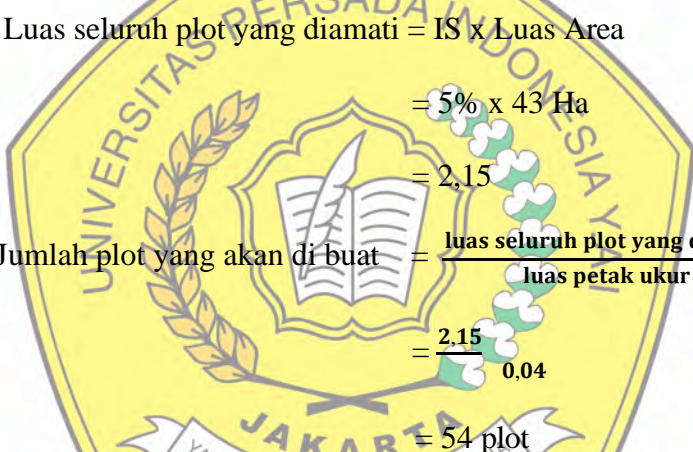
Bahan yang digunakan dalam

penelitian ini yaitu serasah, nekromassa pohon mati dan kayu mati.

Penentuan Plot

Pengambilan sampel

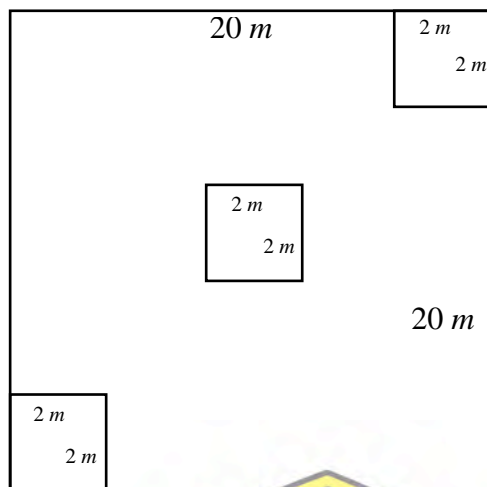
nekromassa pohon mati, kayu mati dan serasah menggunakan intensitas sampling 5% dan luas petak ukur 20 x 20 meter.


$$\begin{aligned} \text{Luas seluruh plot yang diamati} &= IS \times \text{Luas Area} \\ &= 5\% \times 43 \text{ Ha} \\ &= 2,15 \\ \text{Jumlah plot yang akan di buat} &= \frac{\text{luas seluruh plot yang diamati}}{\text{luas petak ukur}} \\ &= \frac{2,15}{0,04} \\ &= 54 \text{ plot} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka diperoleh 54 plot yang akan dibuat dalam pengambilan nekromassa pohon mati, kayu mati dan pada serasah dilakukan tiga kali pengambilan sampel. Pembagian plot berdasarkan kerapatan vegetasi, vegetasi dengan kerapatan jarang diperoleh 9 plot,

vegetasi dengan kerapatan sedang diperoleh 17 plot dan vegetasi dengan kerapatan yang rapat diperoleh 28 plot.

Menurut (Badan Standardisasi Nasional (2011) ukuran plot untuk nekromassa pohon mati, kayu mati dan serasah sebagai berikut:



Keterangan:

Plot 20 m x 20 m : nekromassa pohon mati dan kayu mati

Plot 2 m x 2 m : serasah organik pohon mati dengan

Analisis Data

- a. Perhitungan Biomassa Nekromassa Pohon Mati menggunakan persamaan allometrik dikalikan faktor koreksi dari tingkat keutuhan pohon mati.

Perhitungan bahan

Spesies	Allometrik	Sumber
Gamal (<i>Gliricidia sepium</i>)	$Bt = 0,084 (D)^{2,638}$	(Yuliana <i>et al.</i> , 2011)
Jati (<i>Tectona grandis</i>)	$Bt = 0,0149 (D^2 \cdot H)^{1,0835}$	Krisnawati <i>et al.</i> , 2012
Angsana (<i>Pterocarpus indicus</i>)	$Bt = 0,1277 (D)^{2,3943}$	(Hung <i>et al.</i> , 2012 dalam Nursyahbandi <i>et al.</i> , 2020)

Mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>)	$Bt = 0,9029 (D^2 \cdot H)^{0,684}$	(Tim AruPA, 2014)
Flamboyan (<i>Delonix regia</i>)	$Bt = \exp[-2,289+2,649* \ln(D)0,021* (\ln(D))^2]$	(IPCC, 2023, dalam Nursyahbandi <i>et al.</i> , 2020)
Jati Putih (<i>Gmenelina arborea</i>)	$Bt = 0,06 (D^2 H)^{0,88}$	(Krisnawati <i>et al.</i> , 2012)
Sonokeling (<i>Delbergia latifolia</i>)	$Bt = 0,7458 (D^2 \cdot H)^{0,6394}$	(Tim AruPA, 2014)
Johar (<i>Senna siamea</i>)	$Bt = 0,3699(D)^{1,9374}$	(Ilyas, 2013)
Jenis lainnya	$Bt = 0,11 \rho D^{2,62}$	(Ketterings <i>et al.</i> , 2001)

- b. Perhitungan Nekromassa Kayu Mati Menurut Badan Standardisasi Nasional (2011)
- Perhitungan nekromassa kayu mati didapat dengan mengalikan volume kayu mati dengan nilai kerapatan kayu.

$$N_{km} = V_{km} \times \rho$$

Keterangan:

N_{km} : bahan organik kayu mati, dinyatakan dalam kilogram (kg); V_{km} : volume kayu mati, dinyatakan dalam meter kubik (m^3);

ρ : kerapatan kayu (kg/m^3);

c. Perhitungan Serasah

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2011) Perhitungan biomassa pada serasah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$B = \frac{BBt}{1 + \frac{\% KA}{100}}$$

Keterangan :

B : biomassa serasah, dinyatakan dalam kilogram (kg);

BBt : berat basah total, dinyatakan dalam kilogram (kg)

% KA : persen kadar air

d. Perhitungan Cadangan Karbon

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2011) perhitungan cadangan karbon pada nekromassa dan serasah menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Cs = Bs \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan :

Cs : Kandungan karbon pada serasah, dinyatakan dalam kilogram (kg);

Bs : Biomassa Serasah, dinyatakan dalam kilogram (kg);

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

e. Perhitungan Serapan CO₂

Menurut IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) (2014), perhitungan penyerapan CO₂ menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CO_2 = C \times 3,67$$

Keterangan:

CO₂ : Jumlah CO₂ yang diserap, dinyatakan dalam ton;

C : Kandungan karbon dalam biomassa, dinyatakan dalam ton

3,67 : Angka ekuivalen atau Konversi unsur C ke CO₂ (massa atom

C=12, O=16, CO₂= (1x12) + (2x16)=44; Konversinya (44:12)

= 3,67

f. Valuasi Ekonomi Karbon

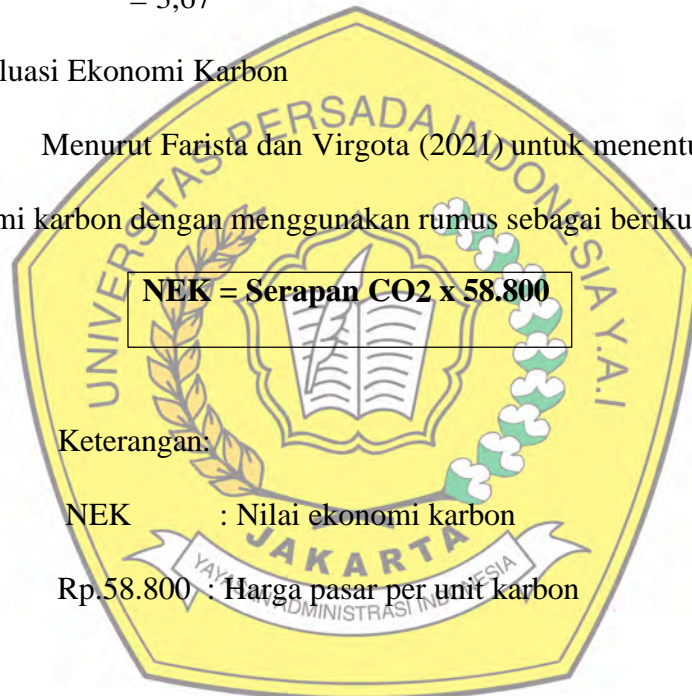
Menurut Farista dan Virgota (2021) untuk menentukan valuasi ekonomi karbon dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{NEK} = \text{Serapan CO}_2 \times 58.800$$

Keterangan:

NEK : Nilai ekonomi karbon

Rp.58.800 : Harga pasar per unit karbon



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Potensi biomassa dan Karbon Nekromassa

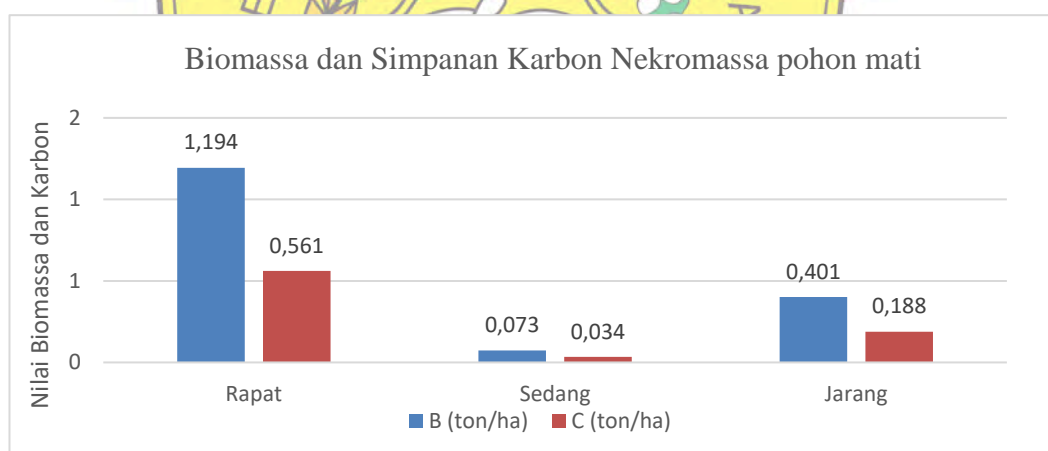
a. Potensi biomassa Karbon Nekromassa Pohon Mati

Potensi biomassa dan karbon

pada nekromassa pohon mati merupakan total nilai dari simpanan pada tiga tingkatan tutupan lahan yaitu vegetasi rapat, vegetasi sedang, dan vegetasi jarang.

Hasil perhitungan biomassa dan karbon pohon mati disajikan pada Gambar 3.1

berikut:



Gambar 3.1 Potensi biomassa dan simpanan karbon pada nekromassa pohon mati

Potensi biomassa dan karbon nekromassa pohon mati di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah 1,670 ton/ha dan karbon 0,730 ton/ha. Penyumbang terbesar biomassa dan karbon nekromassa

pohon mati adalah pada tingkatan rapat, yaitu biomassa sebesar 1,194 ton/ha dan karbon 0,561 ton/ha. Faktor yang menyebabkan vegetasi pada tingkat rapat memiliki biomassa dan karbon tertinggi karena pada

tingkat vegetasi rapat memiliki jumlah yang banyak dan memiliki nilai LBDS yang tinggi sehingga kandungan biomassa dan karbon pada tingkat vegetasi rapat juga tinggi. Pada tingkatan vegetasi sedang kandungan biomassa dan karbon lebih rendah dibandingkan pada tingkatan vegetasi jarang, walaupun vegetasi sedang memiliki jumlah pohon mati lebih banyak dari vegetasi jarang, hal ini dikarenakan pada vegetasi jarang dihuni oleh pohon mati yang memiliki nilai LBDS yang tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mustikaningrum dan Rosida (2023) bahwa semakin kecil diameter tegakan maka semakin rendah nilai LBDS dan potensi biomassa yang

dihasilkan, yang dapat mempengaruhi nilai karbon.

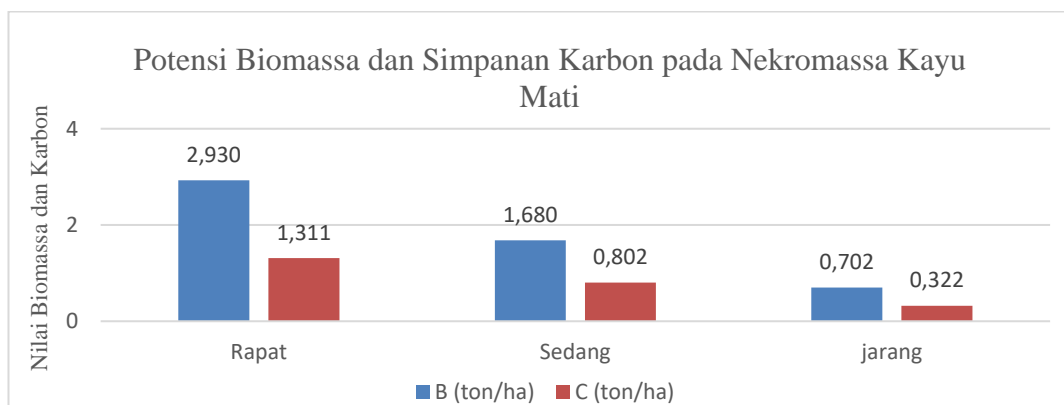
b. Potensi Biomassa Karbon

Nekromassa Kayu Mati

Potensi biomassa dan karbon pada nekromassa kayu mati merupakan total nilai dari simpanan pada tiga tingkatan tutupan lahan yaitu vegetasi rapat, vegetasi sedang, dan vegetasi jarang. Perhitungan biomassa dan karbon pada nekromassa kayu mati dilakukan dengan menjumlahkan biomassa dan karbon dari tiap tingkatan vegetasi.

Hasil perhitungan biomassa dan karbon nekromassa kayu mati disajikan

pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Potensi biomassa dan simpanan karbon pada nekromassa kayu mati

Potensi biomassa dan karbon nekromassa kayu mati di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah 5,310 ton/ha dan karbon 2,430 ton/ha. Penyumbang terbesar biomassa dan karbon nekromassa kayu mati adalah pada tingkatan rapat, yaitu potensi biomassa sebesar 2,930 ton/ha dan karbon 1,311 ton/ha. Faktor yang menyebabkan vegetasi pada tingkat rapat memiliki biomassa dan karbon tertinggi karena pada tingkat vegetasi rapat memiliki jumlah yang banyak dan memiliki nilai volume yang tinggi serta nilai kerapatan kayu yang tinggi sehingga kandungan biomassa dan karbon pada tingkat vegetasi rapat juga tinggi dibandingkan tingkatan vegetasi sedang dan jarang. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Rahmat *et al.*, (2022) bahwa faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya biomassa dan karbon adalah jumlah kayu mati dan jenis kayu mati.

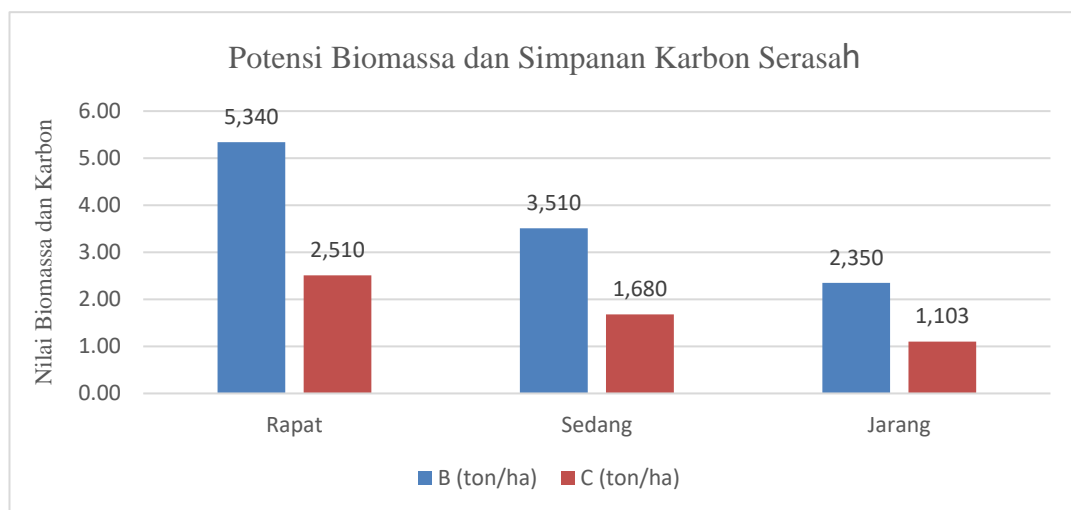
3.2 Potensi Biomassa dan Karbon Serasah

Potensi biomassa dan karbon pada serasah merupakan total nilai dari simpanan pada tiga tingkatan

tutupan lahan yaitu vegetasi rapat, vegetasi sedang, dan vegetasi jarang

Hasil perhitungan biomassa dan karbon serasah disajikan pada Gambar 3.3

berikut:



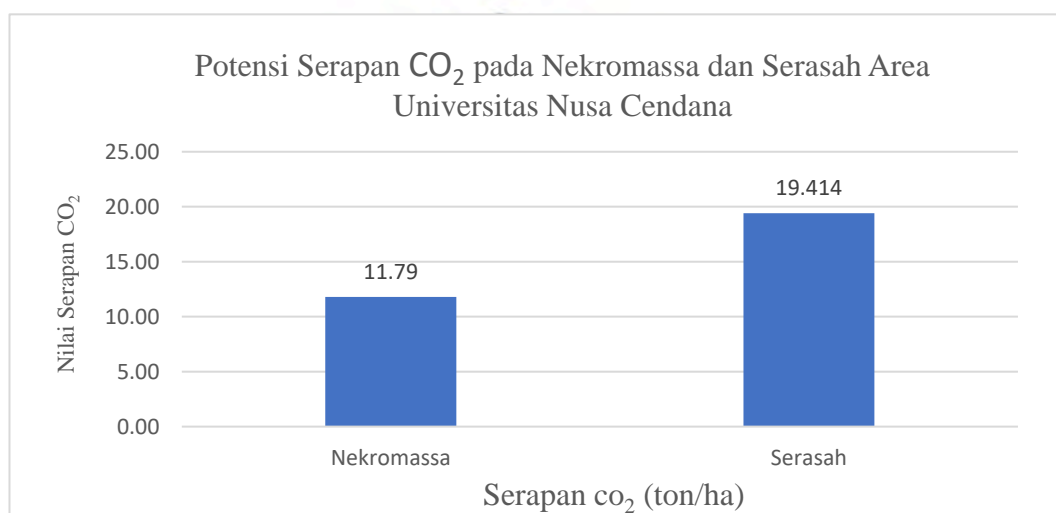
Gambar 3.3 Potensi biomassa dan simpanan karbon serasah

Potensi biomassa dan karbon serasah di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah 11,200 ton/ha dan karbon 5,290 ton/ha. Penyumbang terbesar biomassa dan karbon serasah adalah pada tingkatan rapat yaitu 5,340 ton/ha dan karbon 2,510 ton/ha. Faktor yang menyebabkan vegetasi pada tingkat rapat memiliki biomassa dan karbon tertinggi karena pada tingkat vegetasi rapat memiliki jumlah tegakan lebih banyak sehingga produksi serasah meningkat yang dapat mempengaruhi kandungan biomassa dan karbon tinggi dibandingkan tingkatan vegetasi sedang dan jarang. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wori *et al.*, (2018) bahwa jumlah produksi serasah yang semakin banyak, maka kandungan biomassa dan karbon yang ada pada serasah

juga semakin tinggi.

3.3 Potensi Serapan CO₂ Pada Nekromassa dan Serasah

Hasil analisis perhitungan serapan CO₂ disajikan pada gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 serapan CO₂ pada nekromassa dan serasah area Universitas Nusa Cendana

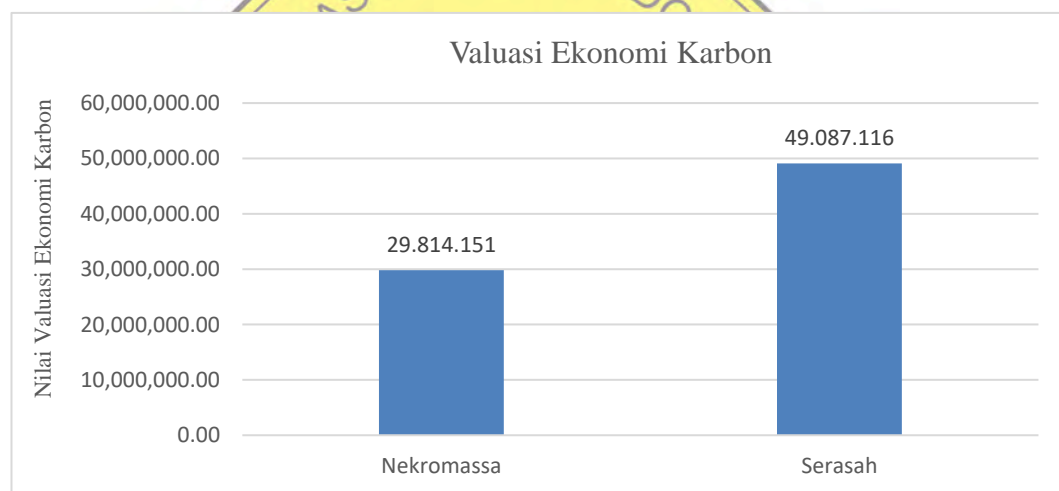
Potensi serapan CO₂ di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah 31,206 ton/ha. Serapan CO₂ tertinggi terdapat pada serasah dengan jumlah serapan 19,414 ton/ha. Faktor yang menyebabkan serasah memiliki nilai serapan CO₂ tertinggi karena

memiliki nilai karbon yang lebih tinggi dibandingkan nekromassa. Serapan CO₂ sangat dipengaruhi oleh nilai simpanan karbon dimana semakin tinggi nilai simpanan karbon maka semakin tinggi nilai serapan CO₂. Hal ini sejalan dengan penelitian

yang dilakukan oleh Yaqin *et al.*, (2022) bahwa semakin tinggi nilai simpanan karbon maka semakin tinggi pula serapan CO₂nya.

3.4 Valuasi Ekonomi Karbon

Hasil perhitungan valuasi ekonomi karbon pada nekromassa dan serasah di area Universitas Nusa Cendana disajikan pada gambar 3.5 berikut:



Gambar 3.5 Valuasi ekonomi karbon pada nekromassa dan serasah di area Universitas Nusa Cendana

Valuasi ekonomi karbon pada nekromassa dan serasah di area Universitas Nusa Cendana menghasilkan sebesar \$5.112,48,8US

Dollar setara dengan Rp 78.901.268 (Tujuh puluh delapan juta sembilan ratus satu ribu dua ratus enam puluh delapan rupiah).

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada lahan seluas 43 ha di area kampus Universitas Nusa Cendana, mengenai potensi biomassa dan simpanan karbon pada nekromassa dan serasah dapat disimpulkan bahwa :

1. Potensi biomassa pada nekromassa dan serasah di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah sebesar 18,180 ton/ha dan simpanan karbon pada nekromassa dan serasah di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah sebesar 8,500 ton/ha.
2. Nilai serapan CO₂ pada nekromassa dan serasah di area kampus Universitas Nusa

Cendana adalah 31,206 ton/ha dan valuasi ekonomi karbon pada nekromassa dan serasah di area kampus Universitas Nusa Cendana sebesar \$ 5.112,48 US Dollar atau setara dengan Rp 78.901.268.

4.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai potensi biomassa, karbon, serapan CO₂ serta valuasi ekonomi karbon di bawah permukaan tanah.
2. Perlu adanya petugas dalam mengelola ruang terbuka hijau (RTH) di Universitas Nusa Cendana agar tetap terjaga sehingga dapat meningkatkan kualitas lingkungan kampus dan

mendukung kegiatan akademik.

3. Perlu diadakannya reboisasi di ruang terbuka hijau Universitas Nusa Cendana agar dapat meningkatkan fungsi ruang terbuka hijau sebagai penyerap karbon.

Kayu Serat Di Pelalawan, Propinsi Riau) *Acacia Crassicarpa* *Acacia Crassicarpa* (Estimating Biomass and Carbon Mass Potency of Wood Plantation of Growing on P.”

ARuPA, T. (2014). Menghitung Cadangan Karbon di Hutan Rakyat Panduan bagi Para Pendamping Petani Hutan Rakyat. <https://doi.org/ISBN978-979-96513-8-9>.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraeny, L. W. (2017). Analisis Laju Dekomposisi Seresah Tanaman Belimbing (*Averrhoa carambola* L.) Terhadap Keanekaragaman Fauna Tanah sebagai Sumber Belajar Biologi SMA. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang.

Farist, B., & Virgota, A. (2021). Serapan Karbon Hutan Mangrove di Bagek Kembar Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok barat. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(1), 170.

Ahmad, Yuniawati, and Budiawan & Elias. n.d. “ESTIMASI POTENSI BIOMASSA DAN MASSA KARBON HUTAN TANAMAN DI LAHAN GAMBUT (Studi Kasus Di Areal HTI

Ilyas, S. (2013). *Carbon Sequestration and Growth of Stands of Cassia Siamea Lamk. In Coal Mining Reforestation Area.”Indian Journal of*

- Science and Technology* 6: 5405–10.
- IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*, Cambridge University Press.
- Mindawati, Ika Heriansyah dan Nina. (2005). Potensi Hutan Tanaman Marga Shorea Dalam Menyerap CO₂ Melalui Pendugaan Biomassa Di Hutan Penelitian Haurbentes.Pdf."
- Mustikaningrum, Dhina, and Anisa Rosida. (2023). Estimasi Sekuestrasi Karbon Pada Tanaman Pokok Hutan Produksi Di Kabupaten Tuban, Jawa Timur." *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 10(1): 143–48.
- Naylom, L. E., Marimpan, L. S., Sinaga, P. S. & Rammang, N. (2024). Potensi Simpanan dan Serapan Karbon Pada Tegakan Hutan Di Area Kampus Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang Nusa Tenggara Timur.
- No Keterings, Q. M., Coe, R., Van Noordwijk, M., Ambagau ', Y., & Palm, C. A. (2001). *Reducing Uncertainty In The Use of Allometric Biomass Equations For Predicting Above-Ground Tree Biomass In Mixed Secondary Forests.*"
- Nursyahbandi, U. H., W. Subchan, and Suratno. (2020). *The Estimation of CO₂ Absorption and O₂ Production from Trees on Main Street in the City of Jember. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 485(1).
- Rahmat, Nur, Ibnu Pratikto, dan Chrisna Adi Suryono. 2022. "Simpanan Karbon Pada Tegakan Vegetasi Mangrove Di Desa Pasar Banggi Rembang" 11 (3): 506–12.

- Standar Nasional Indonesia, SNI. (2011). Penyusunan Persamaan Allometrik untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan Berdasar Pengukuran Lapangan (*Ground Based Forest Carbon Accounting*)” Standar Nasional Indonesia: 1-6 www.bsn.go.id.
- Wori, Kecamatan, Kabupaten Minahasa Utara, Fadli Tidore, Antonius Rumengan, Calvyn F A Sondak, Remy E P Mangindaan, Heard C C Runtuwene, Silvester B Pratasik, Universitas Sam Ratulangi, and Universitas Sam Ratulangi. 2018. “ESTIMASI KANDUNGAN KARBON (C) PADA SERASAH DAUN MANGROVE DI DESA LANSAS,” 2 (1): 53–58.
- Yaqin, N., Rizkiyah, M., Putra, E. A., Suryanti, S., & Febrianto, S. (2022). Estimasi Serapan Karbon pada Kawasan Mangrove Tapak di Desa Tugurejo Semarang. 11(1), 19–29. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i1.38256>
- Yuliana, Fajarwati, E., Purwnto, R., & Murdawa, B. (2011). Potensi Biomassa dan Akar Jenis Gamal (*Grilicidia Sepium* Jacq). Di Hutan Pendidikan Wanagama Yogyakarta.”254905.<http://etd.repository.ugm.ac.id>.
- Yuniawati, Budi Aman A., & Elias. (2011). Estimasi Potensi Biomassa dan Massa Karbon Hutan Tanaman *Acacia crassicarpa* Di Lahan Gambut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 29 (4): 343-355.