

**POTENSI BIOMASSA DAN SERAPAN CO₂ DI ATAS PERMUKAAN TANAH
PADA TAMAN WISATA ALAM BAUMATA**

Widiastuti Kartini Rambu Tawuru May, Lusia S. Marimpan*, Roni H. Sipayung*,
Fadlan Pramatana**

Email: widiastutikrtmay@gmail.com

Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana

ABSTRAK

Hutan memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim yakni sebagai penyerap gas rumah kaca seperti CO₂. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi biomassa dan serapan CO₂ di atas permukaan tanah pada TWA Baumata. Penelitian ini dilakukan pada tutupan lahan seluas 36,21 ha dengan metode *non destructive* untuk tegakan dan *destructive* untuk tumbuhan bawah. Penentuan titik plot secara *purposive sampling* dengan kelas kerapatan vegetasi. Pendugaan biomassa tegakan menggunakan 3 persamaan allometrik yang spesifik pada jenisnya serta 1 persamaan allometrik untuk jenis yang belum memiliki persamaan allometrik. Pendugaan biomassa tumbuhan bawah menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Donsi *et al.*, (2025). Nilai karbon diperoleh dengan mengalikan biomassa dengan faktor 0,47 sedangkan serapan CO₂ dihitung dengan mengalikan nilai karbon dengan angka 3,67 yang merupakan konversi unsur C ke CO₂. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi biomassa, karbon, serapan CO₂ di TWA Baumata secara berturut-turut adalah 206,27 ton/ha, 97,14 ton/ha, 356,50 ton/ha, sedangkan valuasi ekonomi karbon di atas permukaan tanah di TWA Baumata senilai Rp 759.116.848 atau setara dengan \$45.070,13 US Dollar.

Kata Kunci: Biomassa, Karbon, Tumbuhan bawah, CO₂, Valuasi ekonomi

I. PENDAHULUAN

Hutan merupakan ekosistem yang terdiri dari kumpulan pepohonan dan berbagai jenis tumbuhan yang hidup bersama dengan fauna, membentuk lingkungan yang kompleks dan saling bergantung satu sama lainnya. Hutan adalah sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan manusia dan makhluk lainnya, hutan memberikan manfaat langsung seperti kayu dan keanekaragaman hayati, serta manfaat tidak langsung seperti jasa lingkungan, pengatur siklus air, dan fungsi sebagai penyimpan karbon (Sari et al., 2017) . Hutan memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim yakni sebagai penyerap gas rumah kaca (GRK) seperti CO₂. CO₂ merupakan penyumbang gas rumah kaca terbesar di dunia. Emisi CO₂ berasal dari pembakaran bahan bakar fosil untuk energi, industri, transportasi dan utamanya masalah deforestasi hutan. Hutan memiliki peranan yang sangat penting dalam penyerapan CO₂ di atmosfer melalui proses fotosintesis. Pohon dan vegetasi di hutan menyerap CO₂ dan mengubahnya menjadi biomassa yang tersimpan pada akar, batang, cabang/ranting, dan daun.

Sebagai salah satu negara yang meratifikasi perjanjian Paris Agreement dalam COP 21, Indonesia memiliki tanggung jawab untuk menjaga agar peningkatan suhu rata-rata global tidak melebihi 2⁰C dan juga berupaya menekan kenaikan temperatur ke 1,5⁰C sebagai upaya mitigasi perubahan iklim. Taman wisata alam merupakan kawasan konservasi yang berupaya dalam menekan temperatur.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam, taman wisata alam adalah kawasan pelestarian alam yang dimanfaatkan terutama untuk kepentingan pariwisata alam dan rekreasi. Salah satu kawasan yang ditunjuk dan memenuhi kriteria untuk ditetapkan sebagai TWA adalah TWA Baumata. Taman Wisata Alam (TWA) Baumata ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: SK.3911/MENHUT-VII/KUH/2014 tanggal 14 Mei 2014 tentang Kawasan Hutan dan Konservasi Perairan Provinsi Nusa Tenggara Timur TWA Baumata memiliki luas 36,21

Ha. TWA Baumata berkontribusi sangat besar sebagai tempat tinggal flora dan fauna. TWA Baumata tidak hanya sebagai habitat berbagai keanekaragaman hayati, tetapi juga sebagai tempat wisata dan pusat penelitian. Penelitian Ledo et al (2019), menegaskan bahwa TWA Baumata memiliki potensi flora yang sangat besar, tetapi tantangan dan ancaman terhadap habitat flora juga sangat tinggi. TWA Baumata merupakan kawasan hutan yang sangat dekat dengan pemukiman penduduk. Kawasan ini dikelilingi oleh 4 desa yaitu Desa Baumata, Oetua, Baumata Timur, dan Desa Baumata Barat. Akibat dekatnya pemukiman menyebabkan kawasan ini rentan terhadap kerusakan habitat flora. Tetapi aktivitas antropogenik yang terus meningkat seperti alih fungsi lahan, dan pembuatan pondok kerja dalam kawasan akan mempengaruhi berbagai struktur vegetasi yang ada di dalamnya yang akan berakibat pada siklus karbon. Oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui informasi seberapa besar potensi biomassa dan serapan CO₂ di TWA Baumata agar dapat dijadikan rujukan dalam pengelolaan TWA yang berkelanjutan dalam mengurangi pemanasan global.

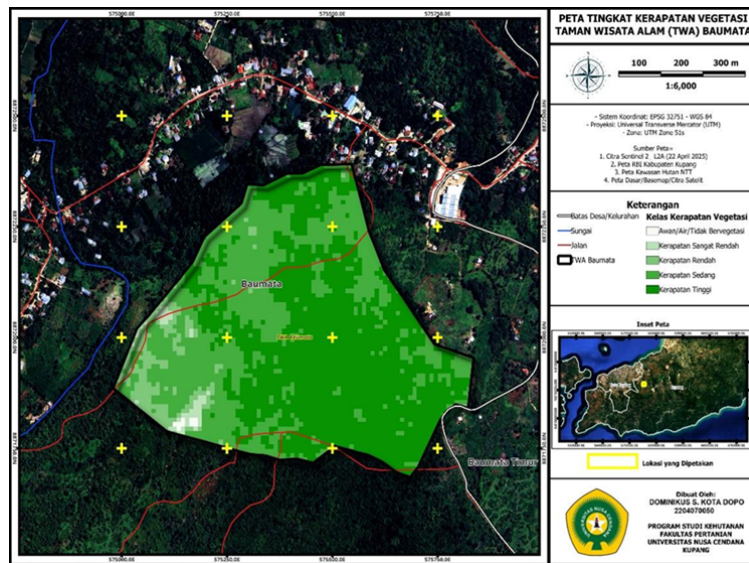
Penelitian ini berfokus pada dua rumusan masalah:

1. Berapa potensi biomassa dan karbon di atas permukaan tanah pada TWA Baumata?
2. Berapa potensi serapan CO₂ dan valuasi ekonomi karbon di atas permukaan tanah pada TWA Baumata?

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai September 2025, di Taman Wisata Alam Baumata, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Laboratorium Prodi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *destructive* dan metode *non destructive* menggunakan persamaan allometrik. *Destructive* merupakan

pengukuran yang dilakukan dengan cara menghancurkan atau melakukan perusakan. Sedangkan *non destructive* merupakan pengukuran yang dilakukan dengan cara tidak melakukan perusakan. Berdasarkan hasil digitasi citra satelit Sentinel-2 dengan menggunakan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Indeks*) didapati luas keseluruhan kawasan 36,21 Ha dan luas tutupan lahannya 36,21 Ha. Luas tutupan lahan dibagi berdasarkan vegetasi yaitu kerapatan tinggi 19 Ha, kerapatan sedang 14 Ha, kerapatan rendah 2 Ha, dan kerapatan sangat rendah 1 Ha.



Gambar 1. Peta Tutupan Lahan

Penentuan Plot

Intensitas sampling yang digunakan 5% dan luas petak ukur 20×20 meter. Penentuan jumlah plot pengamatan menurut (Simon, 1996 dalam

Goasyah et al., 2021)

adalah sebagai berikut:

Luas seluruh plot yang diamati = $IS \times \text{Luas area}$

$$= 5\% \times 36,21 \text{ Ha}$$

$$= 1,81$$

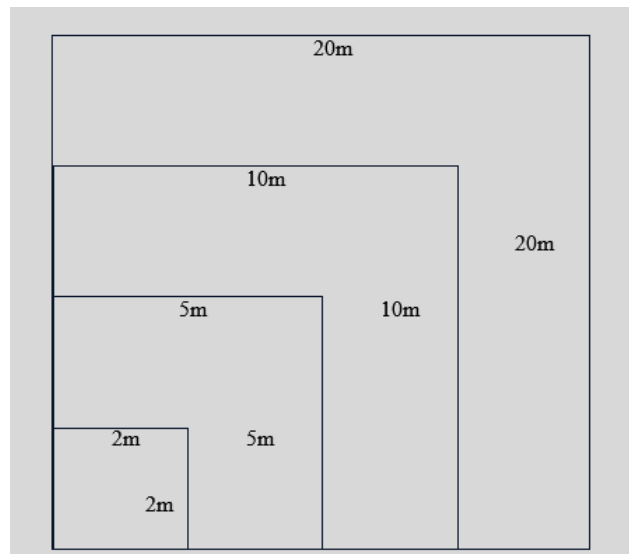
$$\text{Jumlah plot yang akan dibuat} = \frac{\text{luas seluruh plot yang diamati}}{\text{luas petak ukur}}$$

$$= \frac{1,8}{0,04}$$

$$= 45,25 \text{ plot}$$

$$= 45 \text{ plot}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka perolehan plot yang akan dibuat yaitu 45 plot. . Sampel diambil secara acak dengan menempatkan plot secara purposional berdasarkan tingkat kerapatan vegetasi (Marimpan et al., 2022).



Gambar 2. Bentuk dan ukuran plot

Analisis Data

a. Perhitungan biomassa tegakan

Biomassa tegakan (pohon, tiang, pancang) dihitung menggunakan rumus persamaan allometrik dari penelitian-penelitian sebelumnya:

Tabel 1. Persamaan Allometrik

Spesies	Allometrik	Sumber
Johar	$Bt = 0,3699 D^{1,9374}$	(Ilyas, 2013)
Mahoni	$Bt=0,9029 (D^2H)^{0,684}$	(Tim ARuPA, 2014)
Jati	$Bt= 0,0149(D^2.H)^{1,0835}$	(Tim ARuPA, 2014)
Jenis lainnya	$Bt = 0.11 p D^{2.62}$	(Ketterings et al., 2001)

b. Perhitungan biomassa tumbuhan bawah

Perhitungan biomassa tumbuhan bawah menggunakan rumus sebagai berikut:
(Donsi et al., 2025)

$$\text{Total BK (g)} = \frac{\text{BK subsampel (g)}}{\text{BB subsampel (g)}} \times \text{Total BB (g)}$$

Keterangan:

BK : Berat Kering, dinyatakan dalam gram (g);

BB : Berat Basah, dinyatakan dalam gram (g)

- c. Perhitungan cadangan karbon dari biomassa pohon, tiang, pancang dan tumbuhan bawah menggunakan rumus sebagai berikut: (Standar Nasional Indonesia, 2011)

$$Cb = B \times 0,47$$

Keterangan:

Cb : kandungan karbon dari biomassa, dinyatakan dalam (Kg);

B : total biomassa, dinyatakan dalam (Kg);

0,47 : nilai persentase kandungan karbon.

- d. Perhitungan serapan karbon dioksida

Perhitungan serapan CO₂ dilakukan dengan mengkonversikan nilai karbon ke serapan CO₂ dengan menggunakan rumus sebagai berikut. Azzahra *et al.*, (2020) dalam Fallo (2024)

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

Keterangan:

Co2 : serapan karbon dioksida

C : nilai kandungan karbon dari masing-masing *carbon pool*

3,67 : angka konversi unsur C ke CO₂. (massa atom C=12, O=16, CO₂= (1×12) + (2×16) = 44; konversinya (44:12) = 3,67)

e. Valuasi Ekonomi Karbon

Berdasarkan *IDX Carbon* Indonesia, harga karbon per unit (ton CO₂ atau setara dengan satu ton karbondioksida) adalah \$3.81 USD atau setara dengan Rp 58.800 per unit karbon (*IDX CARBON*, 2024). Menurut Farista & Virgotas (2021) untuk menentukan nilai ekonomi karbon digunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan:

NEK : Nilai ekonomi karbon

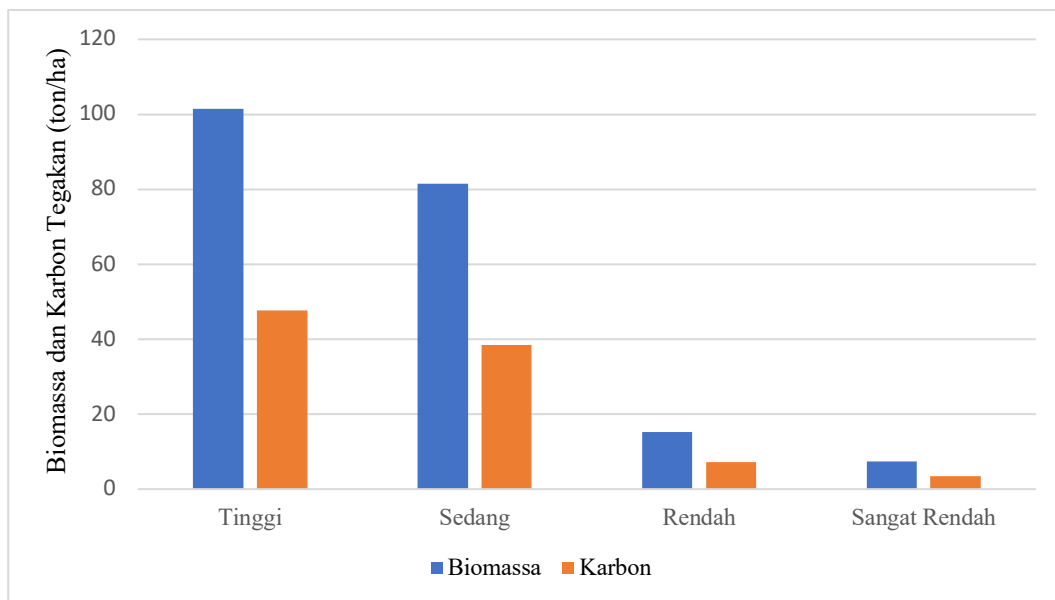
RP 58.800 : Nilai pasar karbon

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Potensi biomassa dan karbon tegakan dan tumbuhan bawah

1. Potensi biomassa dan karbon tegakan

Potensi biomassa dan karbon pada tegakan merupakan total nilai simpanan pada beberapa tingkat tutupan lahan yaitu kerapatan tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Hasil perhitungan biomassa dan karbon disajikan pada Gambar 3



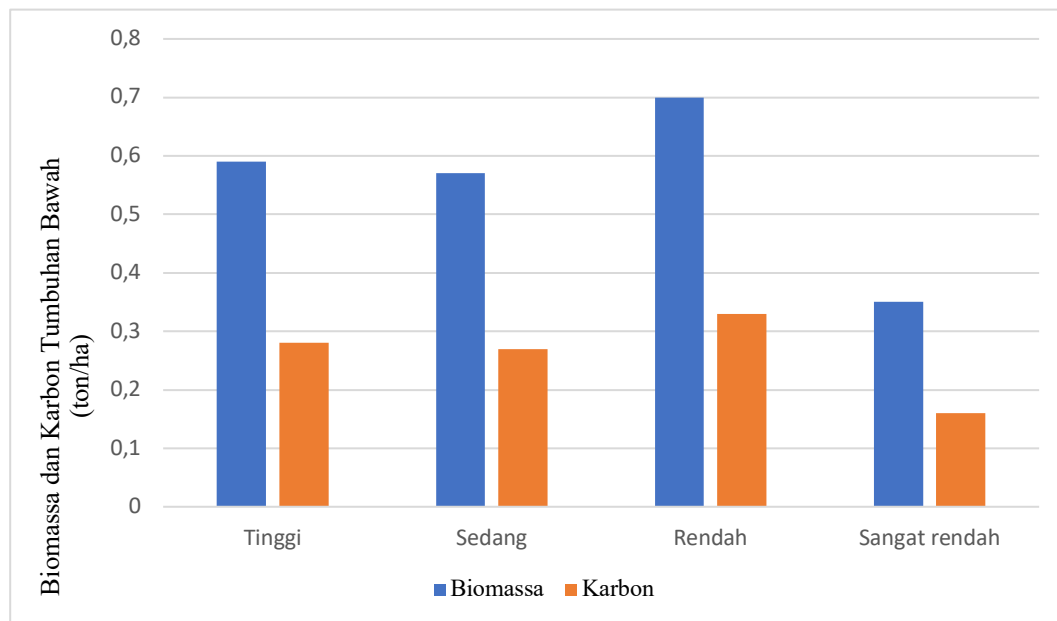
Gambar 3. Grafik Potensi Biomassa dan Karbon Tegakan

Berdasarkan Gambar 3 potensi biomassa pada kerapatan tinggi 101,42 ton/ha dan karbon 47,64 ton/ha. pada kerapatan sedang biomassa 80,08 ton/ha dan karbon

37,86 ton/ha. kerapatan rendah biomassa 15,18 ton/ha dan karbon 7,13 ton/ha. kerapatan sangat rendah biomassa 7,38 ton/ha dan karbon 96,10 ton/ha. Kontribusi terbesar dalam menyumbang biomassa dan karbon adalah kerapatan tinggi yakni 101,42 ton/ha dan 47,64 ton/ha. Hal ini dikarenakan vegetasi pada kerapatan tinggi memiliki jumlah tegakan yang banyak sebagai tempat penyimpanan cadangan karbon dari hasil fotosintesis sehingga mampu menyimpan biomassa dan karbon yang banyak. Hal ini sejalan dengan penelitian Naylor (2024) yang menyatakan bahwa besar kecilnya biomassa pada suatu plot dapat dipengaruhi oleh jumlah tegakan dan berat jenis dari vegetasi yang ada.

2. Potensi biomassa dan karbon tumbuhan bawah

Potensi biomassa dan karbon tumbuhan bawah merupakan total nilai simpanan pada beberapa tingkat tutupan lahan yaitu kerapatan tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Hasil perhitungan biomassa dan karbon disajikan pada Gambar 4

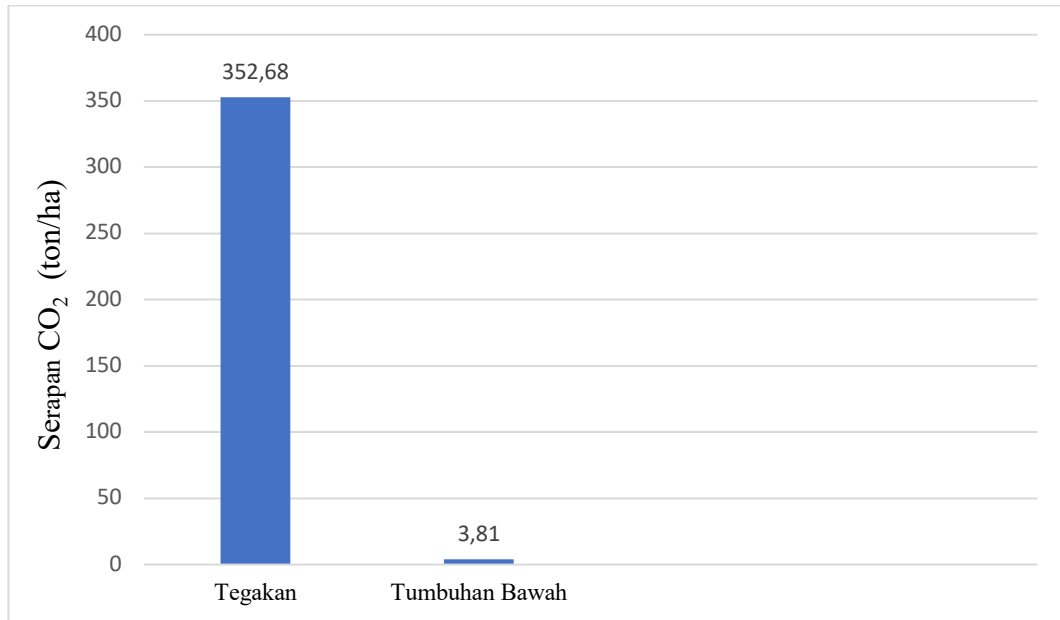


Gambar 4. Grafik Potensi Biomassa dan Karbon Tumbuhan Bawah

Berdasarkan Gambar 4 potensi biomassa pada kerapatan tinggi 0,59 ton/ha dan karbon 0,28 ton/ha. pada kerapatan sedang biomassa 0,57 ton/ha dan karbon 0,27 ton/ha. kerapatan rendah biomassa 0,70 ton/ha dan karbon 0,33 ton/ha. kerapatan sangat rendah biomassa 0,35 ton/ha dan karbon 0,16ton/ha. Kontribusi terbesar dalam menyumbang biomassa dan karbon adalah kerapatan tinggi yakni 0,70 ton/ha dan 0,33 ton/ha. Hal ini dikarenakan kerapatan rendah kondisi lahannya lebih terbuka sehingga cahaya matahari lebih optimal ke lantai hutan dan proses fotosintesis pada tumbuhan bawah lebih cepat. Penelitian ini sejalan dengan Hairiah & Rahayu (2007) menyatakan bahwa semakin rapat kanopi pohon, biomassa tumbuhan bawah akan semakin berkurang karena sedikitnya cahaya matahari yang mencapai lantai kebun. Tanpa cahaya yang cukup, proses fotosintesis pada tumbuhan bawah akan melambat.

3.2 Potensi serapat CO₂

Perhitungan serapan CO₂ dilakukan dengan cara mengalikan nilai karbon dengan 3,67 yang merupakan nilai konversi unsur C ke CO₂.



Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa TWA Baumata memiliki kemampuan menyerap CO₂ sebanyak 12.908,96 ton dengan rata-rata 356,50 ton/ha. serapan CO₂ tertinggi terdapat pada tingkatan tegakan dengan serapan CO₂ sebesar 12.770,79 ton dengan rata-rata 352,68 ton/ha sedangkan serapan CO₂ terendah terdapat pada tingkatan tumbuhan bawah sebesar 138,17 ton dengan rata-rata 3,81 ton/ha. Tegakan memiliki serapan CO₂ tertinggi karena memiliki nilai karbon yang paling tinggi dibandingkan tumbuhan bawah. Nilai karbon sangat mempengaruhi nilai serapan CO₂. Hal ini didukung oleh pernyataan Yaqin et al (2022) yang menyatakan bahwa nilai kandungan karbon berhubungan erat dengan nilai serapan CO₂, dimana semakin tinggi nilai karbonnya maka semakin besar pula serapan CO₂.

3.3 Valuasi ekonomi karbon

Perhitungan valuasi ekonomi karbon di atas permukaan tanah pada TWA Baumata dilakukan dengan mengalikan nilai serapan CO₂ pada masing-masing tingkatan dengan harga karbon yakni \$3,81 atau setara dengan Rp. 58.800/ton CO₂. Berdasarkan analisis perhitungan yang dilakukan maka di dapat hasil valuasi ekonomi karbon atas permukaan tanah pada TWA Baumata dilampirkan.

No.	Tingkatan	Serapan CO ₂ (ton)	Valuasi Karbon (\$)	Valuasi Karbon (Rp)
1	Tegakan	12.770,79	44.587,77	750.992.452
2	Tumbuhan Bawah	138,17	482,36	8.124.396
	Jumlah	12.908,96	45.070,13	759.116.848

Berdasarkan tabel 4.13 dapat diketahui bahwa valuasi ekonomi karbon atas permukaan tanah menghasilkan \$45.070,13 USD Dollar atau setara dengan RP 759.116.848 (Tujuh Ratus Lima Puluh Sembilan Juta Seratus Enam Belas Ribu Delapan Ratus Empat Puluh Delapan Rupiah). Hal ini menunjukkan bahwa TWA Baumata dapat menghasilkan nilai ekonomi pada aspek lingkungan. Dengan adanya pengelolaan berkelanjutan dan pelestarian alam pada kawasan konservasi, dapat memberikan kontribusi pendapatan melalui bursa karbon. TWA Baumata tidak hanya memberikan fungsi ekologi saja, tetapi juga memberikan fungsi ekonomi yang tidak sedikit.

IV. PENUTUP

4.1 kesimpulan

1. Potensi biomassa atas permukaan tanah di TWA Baumata adalah sebesar 206,27 ton/ha, sedangkan karbon atas permukaan tanah di TWA Baumata adalah sebesar 97,14 ton/ha.
2. Nilai serapan CO₂ di TWA Baumata adalah sebesar 356,50 ton/ha dan valuasi ekonomi karbon atas permukaan tanah di TWA Baumata sebesar 45.070,13 US Dollar atau setara dengan Rp 759.116.848.

4.2 Saran

1. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengelolaan kawasan TWA Baumata secara berkelanjutan.

2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang potensi biomassa, karbon, serapan CO₂ serta valuasi ekonomi karbon bawah permukaan tanah di TWA Baumata.
3. Perlu tingkatkan pengawasan dan pengamanan kawasan TWA Baumata.
4. Perlu perbaikan akses masuk pada kawasan TWA Baumata.

DAFTAR PUSTAKA

- Fallo, T. P. M. (2024). Potensi Biomassa dan Serapan CO₂ Serta Valuasi Ekonomi Karbon Atas Permukaan Tanah di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Oelsonbai Kupang. <https://doi.org/10.17485/ijst/2013/v6i11.1>
- Farista, B., & Virgotas, A. (2021). Serapan Karbon Hutan Mangrove di Bagek Kembar Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Barat. *Ilmiah Biologi*, 9(1), 170.
- Goasyah, I., Purnama, M. M. E., & Rammang, N. (2021). Keanekaragaman Vegetasi Mangrove (Studi Kasus Di Desa Kalikur Waikoro Leulaleng, Kecamatan Buyasuri, Kabupaten Lembata, Provinsi Nusa Tenggara Timur). *Jurnal Wana Lestari*, 03(02), 198–207.
- Hairiah, K., dan Rahayu, S. (2007). Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan.
- IDXCARBON. (2024). “*IDX Carbon Monthly Report*.” 164, 4–15.
- 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(11), 5405–5410.
- Ketterings, Q. M., Coe, Ri., 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. Forest Ecology and Management*, 146(1–3), 199–209. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00460-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00460-6)
- Kirsten Caroline Donsi, Dewi Wahyuni K. Baderan, Abubakar Sidik katili, Marini Susanti Hamidun, Jusna Ahmad, & Nurma Rosalia. (2025). Analisis Struktur Vegetasi dan Potensi Serapan Karbon Tumbuhan di Kawasan Cagar Alam Tangale Kabupaten Gorontalo. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 188–201. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.260>
- 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/d230607>

Desa Tugurejo Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1), 19–29.

Naylom, L. L. E. (2024). Potensi Simpanan Dan Serapan Karbon pada Tegakan Hutan Di Areal Kampus Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang Nusa Tenggara Timur.

Sari, P. W. D., & Aryeni. (2017). Inventarisasi Tumbuhan Bawah Di Kawasan Hutan Taman Wisata Alam Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 4(1), 41–53.
<https://doi.org/10.31289/biolink.v4i1.965>

Standar Nasional Indonesia, S. (2011). “Penyusunan Persamaan Alometrik Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan Berdasar Pengukuran Lapangan (*Ground Based Forest Carbon Accounting*).”

Tim ARuPA. (2014). Proyeksi Cadangan Karbon Hutan Rakyat Penyusun: *Tim u AR PA*.
www.arupa.or.id

Yaqin, N., Rizkiyah, M., Putra, E. A., Suryanti, S., & Febrianto, S. (2022). Estimasi Serapan Karbon pada Kawasan Mangrove Tapak di