

Analisis Struktur Vegetasi dan Potensi Serapan Karbon Tumbuhan di Kawasan Cagar Alam Tangale Kabupaten Gorontalo

Kirsten Caroline Donsi¹, Dewi Wahyuni K. Baderan², Abubakar Sidik Katili^{3*}, Marini Susanti Hamidun⁴, Jusna Ahmad⁵, Nurma Rosalia⁶
¹⁻⁶ Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

Alamat: Jl. Jend. Sudirman No.6, Dulalowo Tim., Kec. Kota Tengah, Kota Gorontalo, Gorontalo 96128

Korespondensi penulis: abubakarsidik@ung.ac.id

Abstract. *This study aims to determine the composition and structure of vegetation and estimate the potential for carbon dioxide absorption in the Tangale Nature Reserve Area, Gorontalo Regency. The method used in this study is the determination of sampling locations carried out by purposive sampling, making multilevel plots, analyzing vegetation structure, and estimating tree biomass is done non-destructively based on measuring the height and diameter of trees at breast height (DBH), while for lower plants it is done destructively and litter is taken all in the plot area to be weighed wet and dry weight and then estimating biomass, C reserves, and CO₂ uptake. The results showed that the vegetation composition consisted of 18 species dominated by the Magnoliopsida class. The highest Important Value Index is found at each observation station. Calculation of biomass value, C reserves, and CO₂ uptake at each observation station showed varying results because they were influenced by vegetation type, vegetation density, vegetation composition and structure, and environmental factors. The total value of CO₂ uptake by vegetation in the Tangale Nature Reserve Area is 5,304.393 tons of CO₂/ha. This research provides a better understanding of carbon sequestration potential in conservation areas to support environmental conservation and climate change mitigation efforts.*

Keywords: *Vegetation, Biomass, CO₂ Uptake, Tangale Nature Reserve.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi dan struktur vegetasi serta menduga potensi serapan karbondioksida di Kawasan Cagar Alam Tangale, Kabupaten Gorontalo. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling, pembuatan plot bertingkat, melakukan analisis struktur vegetasi, dan pendugaan biomassa pohon dilakukan secara non destruktif yang didasarkan pada pengukuran tinggi dan diameter pohon setinggi dada (DBH), sedangkan untuk tumbuhan bawah dilakukan secara destruktif dan serasah diambil semua dalam area plot untuk selanjutnya ditimbang berat basah dan keringnya kemudian dilakukan pendugaan biomassa, cadangan C, dan serapan CO₂. Hasil penelitian menunjukkan komposisi vegetasi terdiri dari 18 jenis yang didominasi oleh kelas Magnoliopsida. Indeks Nilai Penting tertinggi terdapat pada setiap stasiun pengamatan. Perhitungan nilai biomassa, cadangan C, dan Serapan CO₂ pada setiap stasiun pengamatan menunjukkan hasil yang bervariasi karena dipengaruhi jenis vegetasi, kerapatan vegetasi, komposisi dan struktur vegetasi, serta faktor lingkungan. Nilai total serapan CO₂ oleh vegetasi di Kawasan Cagar Alam Tangale adalah sebesar 5.304,393 ton CO₂/ha. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang potensi serapan karbon di kawasan konservasi untuk mendukung upaya konservasi lingkungan dan mitigasi perubahan iklim.

Kata kunci: Vegetasi, Biomassa, Serapan CO₂, Cagar Alam Tangale.

1. LATAR BELAKANG

Pemanasan global (*Global Warming*) adalah fenomena global yang menjadi salah satu perhatian utama dunia saat ini. Pemanasan global berkaitan dengan meningkatnya suhu di permukaan bumi. Dinata (2016), mengatakan bahwa hal ini disebabkan terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca terutama CO₂.

Gas CO) merupakan penyumbang terbesar gas rumah kaca dibandingkan gas lainnya. Konsentrasi CO₂ di atmosfer telah mengalami peningkatan dari era praindustri (tahun 1750), yaitu 280 ppm menjadi 378 ppm (2005) (Latief, 2008). Peningkatan ini dipicu oleh pembukaan lahan baru pertanian dan penggundulan hutan (Pratama, 2019). Tingkat perambahan hutan telah mencapai level yang mengkhawatirkan. Di banyak area, tanaman yang tumbuh kembali sedikit sekali karena tanah kehilangan kesuburannya ketika diubah untuk kegunaan yang lain, seperti untuk lahan pertanian atau pembangunan rumah tinggal (Pratama, 2019). Dampak negatif dari tingginya kadar karbon dioksida di udara ialah dapat menyebabkan polusi udara dan mengakibatkan rusaknya ekosistem darat, laut dan udara serta dapat mengakibatkan menurunnya tingkat kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya (Hidayat, dkk, 2022).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak yang terjadi akibat emisi karbon dioksida (CO₂) salah satunya, yaitu melalui penyerapan karbon dioksida dari vegetasi. Keberadaan vegetasi dan pohon sangat penting untuk menjamin keseimbangan ekosistem. Peranan tumbuhan hijau sangat diperlukan untuk menjaring CO₂ dan melepas O₂ kembali ke udara (Hidayat dkk, 2022). Menurut Bouwman (1990), adanya tumbuhan sebagai penyimpan karbon menyebabkan konsentrasi karbon di atmosfer menurun. Melalui fotosintesis, karbon diserap dan diubah oleh tumbuhan menjadi karbon organik dalam bentuk biomassa. Biomassa merupakan suatu penyerapan energi yang dapat di konversi ke dalam bentuk karbon, alkohol maupun kayu. Kandungan karbon absolut dalam biomassa atau jumlah karbon yang tersimpan pada suatu biomassa dikenal dengan istilah *carbon storage* atau karbon tersimpan (Nurfansyah, dkk, 2019). Informasi yang akurat mengenai karbon yang tersimpan dalam biomassa sangat diperlukan untuk menggambarkan kondisi ekosistem hutan dalam rangka pengelolaan sumberdaya hutan yang lestari sehingga menguntungkan secara ekonomi dan ekologi (Istomo dan Farida, 2017).

Ekosistem hutan yang kaya akan keanekaragaman hayati salah satunya yaitu Cagar Alam Tangale. Cagar Alam Tangale merupakan salah satu kawasan konservasi di Kabupaten Gorontalo yang memiliki luas 100,445 ha. Balai KSDA Sulawesi Utara melalui SKW II Gorontalo (2018) melaporkan bahwa kawasan ini memiliki jenis-jenis flora sekitar 147 spesies dengan 39 family. Jenis tumbuhan tersebut antara lain, 75 jenis tumbuhan berkayu, 7 jenis palem, 4 jenis rotan, 4 jenis bambu, 45 jenis herba non kayu, 1 jenis perdu berkayu, 1 jenis liana, 2 jenis herba berkayu, 8 jenis Anggrek. Melimpahnya keanekaragaman jenis tumbuhan tersebut, Cagar Alam Tangale memiliki manfaat dalam kemampuannya untuk mengurangi emisi karbon dan menyerap CO₂. Perhitungan serapan

karbon melalui vegetasi ini penting untuk diketahui agar dapat memberikan informasi yang lebih spesifik seperti tumbuhan jenis apa yang mampu menyerap karbon dalam jumlah yang tinggi.

2. METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya, *roll meter*, tali rafia, Avenza map, timbangan analitik, oven, sarung tangan, gunting, alat tulis menulis, mistar, kamera, laptop, *digita hygrometer*, *handheld laser*, *soil tester*, *lux meter*. Bahan yang digunakan diantaranya, peta, kertas label, lembar *tally sheet*, plastic sampel dan vegetasi penyusuk Kawasan Cagar Alam Tangale. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *line transect* dengan desain penelitian deskriptif kuantitatif. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*. Pengambilan sampel non-desruktif digunakan untuk menentukan biomassa pohon dengan persamaan *allometric*.

Parameter vegetasi yang dianalisis meliputi spesies, tinggi dan diameter pohon. Parameter tersebut dianalisis untuk mengetahui Indeks Nilai Penting (INP). Perhitungan INP mengacu pada rumus Mueller-Dombois & Ellenber (1974):

KR = Kerapatan Relatif

$$\frac{\text{kerapatan spesies}}{\text{kerapatan semua spesies}} \times 100\%$$

FR = Frekuensi Relatif

$$\frac{\text{frekuensi spesies}}{\text{frekuensi semua spesies}} \times 100\%$$

DR = Dominansi Relatif

$$\frac{\text{dominansi satu jenis}}{\text{dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Perhitungan biomassa pohon diukur menggunakan persamaan *allometric* berdasarkan pada pengukuran diameter batang pohon atau DBH (*Diameter at Breast Height*), yaitu dengan ketinggian 1,3 m dari atas permukaan tanah. Pengukuran diameter menggunakan meteran pita. Perhitungan biomassa pohon menggunakan rumus *allometric* (Chave et al, 2005) dan untuk penghitungan biomassa (BJ Kayu) untuk hutan alam = 0,68 gr/cm³ (Rahayu, Lusiana, & van Noordwijk, 2006).

$$(AGB)_{\text{est}} = 0,0509 \times \rho \times DBH^2 \times T$$

Keterangan:

(AGB)_{est} : Biomassa total (kg/pohon)

T : Tinggi pohon (m)

DBH : Diameter pohon setinggi dada (m)

ρ : Berat jenis kayu

Perhitungan biomassa tumbuhan bawah dilakukan dengan memotong semua bagian tumbuhan bawah di atas permukaan tanah dengan menggunakan gunting, kemudian menimbang berat basah total tumbuhan bawah dalam area plot pengukuran, selanjutnya menimbang berat basah contoh sebanyak 100g, dan keringkan menggunakan oven di laboratorium dengan kisaran suhu 70°C-80°C selama 2 x 24 jam atau sampai berat konstan, selanjutnya menimbang berat kering dan mencatat ke dalam *tally sheet*. Perhitungan total berat kering tumbuhan bawah menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

BK : Berat kering

BB : Berat basah

Perhitungan biomassa serasah dilakukan dengan mengambil semua sampel serasah dalam area plot pengukuran, selanjutnya menimbang berat basah contoh serasah sebanyak 100g, dan keringkan menggunakan oven di laboratorium dengan kisaran suhu 70°C-85°C selama 2 x 24 jam. Selanjutnya, menimbang berat kering dan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{BO} = \frac{\text{Bks} \times \text{Bbt}}{\text{Bbs}}$$

Keterangan:

Bo : Berat bahan organik (g)

Bks : Berat kering sampel (g)

Bbt : Berat basah total (g)

Bbs : Berat basah contoh (g)

Perhitungan Cadangan karbon mengacu pada rumus Brown (1997):

$$\text{C} = \text{B} \times 0,5$$

Keterangan:

C : Jumlah simpanan karbon (ton/ha)

B : Biomassa tegakan (ton/ha)

0,5 : Faktor konversi untuk pendugaan karbon

Perhitungan serapan CO₂ mengacu pada rumus IPCC (2006):

$$CO_2 = \frac{Mr CO_2}{Ar C} \times \text{Kandungan C}$$

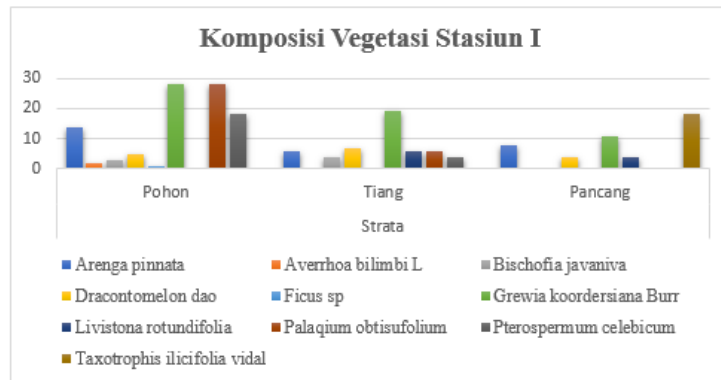
Keterangan:

Serapan CO₂ = 3,67 x Kandungan C

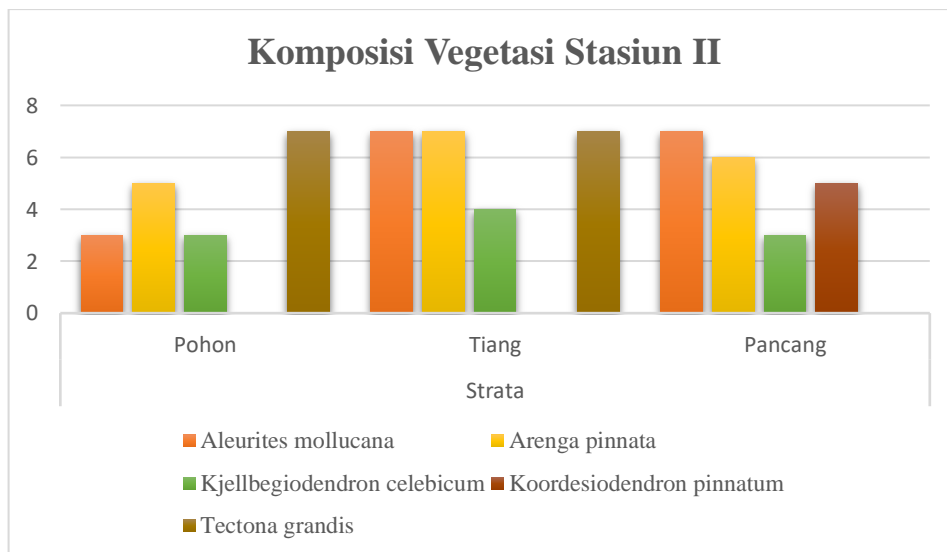
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi dan Struktur Vegetasi

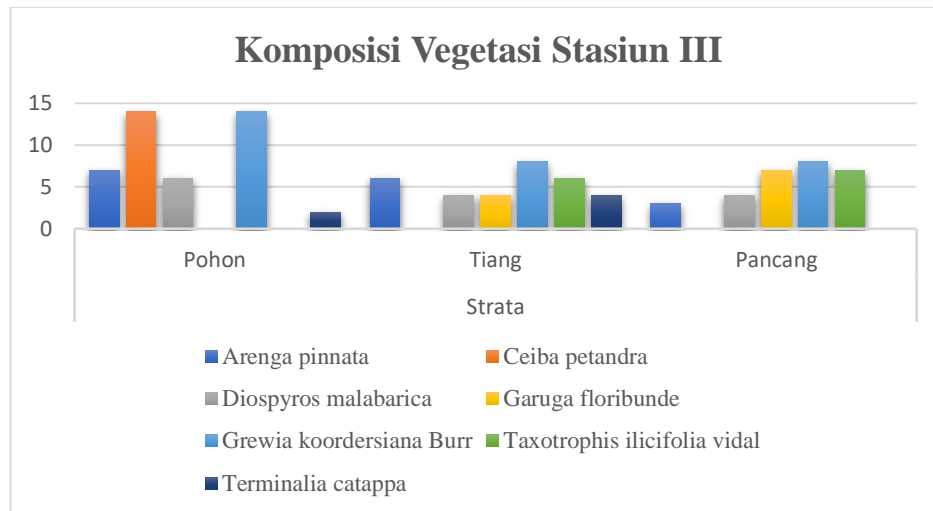
Komposisi dan struktur vegetasi merupakan faktor penting dalam kegiatan analisis vegetasi. Komposisi vegetasi merujuk pada daftar jenis vegetasi yang hadir dalam suatu komunitas. Berdasarkan hasil identifikasi tumbuhan di kawasan Cagar Alam Tangale tingkat pertumbuhan pohon, tiang, dan pancang ditemukan 18 jenis dari 15 famili dengan jumlah individu yaitu 364 spesies.



Gambar 1. Diagram Komposisi Vegetasi pada Stasiun I



Gambar 2. Diagram Komposisi Vegetasi pada Stasiun II



Gambar 3. Diagram Komposisi Vegetasi pada Stasiun III

Kerapatan relatif, frekuensi relatif, dan dominasi relatif merupakan tiga parameter penting yang digunakan untuk keperluan karakteristik vegetasi pada suatu kawasan. Dari tiga parameter tersebut akan didapatkan indeks nilai penting atau *important value index*, yang merupakan indeks kepentingan yang menggambarkan peranan suatu jenis yang mendominasi dalam suatu kawasan.

Tabel 1. Hasil Analisis Vegetasi Tingkat Pohon

Stasiun	Spesies	Kr	Fr	Dr	INP
I	<i>Arenga pinnata</i>	14,14	14,29	10,09	38,52
	<i>Averrhoa bilimbi</i>	2,02	2,86	1,46	1,46
	<i>Bischofia javanica</i>	3,03	2,86	2,60	8,48
	<i>Dracontomelon dao</i>	5,05	5,71	4,35	15,12
	<i>Ficus sp.</i>	1,01	2,86	9,01	12,88
	<i>Grewia koordersiana Burr</i>	28,28	25,71	29,65	83,65
	<i>Palaquium obtusifolium</i>	28,28	25,71	25,09	79,08
	<i>Pterospermum celebicum</i>	18,18	20,00	17,75	55,93
II	<i>Aleurites moluccanus</i>	16,67	18,18	26,92	61,76
	<i>Arenga pinnata</i>	27,78	27,27	20,14	75,19
	<i>Kjellbergiodendron celebicum</i>	16,67	27,27	14,66	58,60
	<i>Tectona grandis</i>	16,67	27,27	38,28	104,44
III	<i>Arenga Pinnata</i>	16,28	23,81	2,37	42,45
	<i>Ceiba petandra</i>	32,56	28,57	47,14	108,27
	<i>Diospyros malabarica Kostel</i>	13,95	14,29	27,44	55,68
	<i>Grewia koordersiana Burr</i>	32,56	28,57	18,64	79,77
	<i>Terminalia catappa</i>	4,65	4,76	4,42	13,83

Hasil analisis vegetasi tingkat pohon pada setiap stasiun pengamatan diperoleh nilai kerapatan relatif, frekuensi relatif, dominansi relatif, dan Indeks Nilai Penting (INP) yang berbeda-beda. Pada stasiun I spesies *Grewia koordersiana* atau tumbuhan Niko (Molamahu) merupakan jenis pohon yang mendominasi dengan INP sebesar 83,65%. Pada stasiun II spesies *Tectona grandis* atau pohon jati yang mendominasi dengan INP sebesar 104,44%. Pada stasiun III spesies *Ceiba petandra* atau pohon kapuk merupakan jenis yang mendominasi dengan INP sebesar 108,27%.

Tabel 2. Hasil Analisis Vegetasi Tingkat Tiang

Stasiun	Spesies	Kr	Fr	Dr	INP
I	<i>Arenga pinnata</i>	11,54	12	12,83	36,36
	<i>Bischoffia javanica</i>	7,69	8	9,09	24,78
	<i>Dracontomelon dao</i>	13,46	16	12,23	41,69
	<i>Grewia Koordersiana</i>				
	<i>Burr</i>	36,54	32	43,57	112,11
	<i>Livistona rotundifolia</i>	11,54	12	0	23,54
	<i>Palaquium obtisufolium</i>	11,54	12	13,69	37,22
	<i>Pterospermum celebicum</i>	7,69	8	8,6	24,29
II	<i>Aleurites moluccanus</i>	29,92	37,5	27,5	91,95
	<i>Arenga pinnata</i>	29,92	25	24	75,97
	<i>Kjellbergiodendron celebicum</i>	15,38	12,5	16	43,92
	<i>Tectona grandis</i>	30,77	25	32,4	88,16
III	<i>Arenga Pinnata</i>	18,75	21,43	16,69	56,87
	<i>Diospyros malabarica</i>				
	<i>Kostel</i>	12,5	14,29	13,02	39,81
	<i>Garuga floribundaDecne</i>	12,5	14,24	8,65	35,44
	<i>Grewia koordersiana</i>				
	<i>Burr</i>	25	21,43	27,35	73,78
	<i>Taxotrophis ilicifolia vidal</i>	18,75	14,29	19,99	53,03
	<i>Terminalia catappa</i>	12,5	14,29	8,65	35,44

Hasil analisis vegetasi tingkat tiang pada stasiun I menunjukkan bahwa spesies *Grewia Koordersiana Burr* merupakan jenis yang mendominasi dengan INP sebesar 112,11%, pada stasiun II didominasi spesies *Aleurites moluccanus* dengan INP sebesar 91,95%, sedangkan pada stasiun III didominasi oleh spesies *Grewia koordersiana Burr* dengan INP sebesar 73,78%.

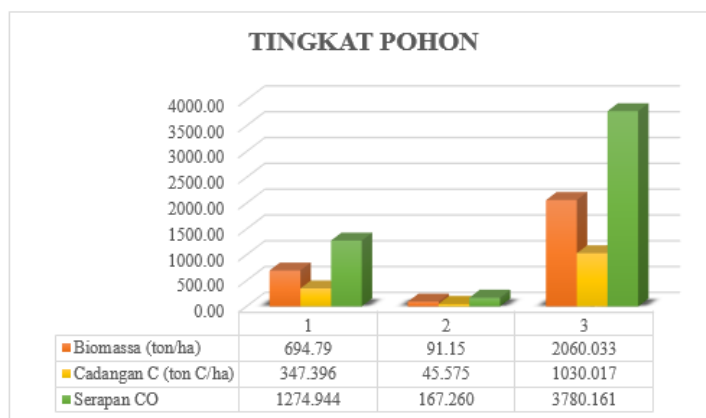
Tabel 3. Hasil Analisis Vegetasi Tingkat Pancang

Stasiun	Spesies	Kr	Fr	Dr	INP
I	<i>Arenga pinnata</i>	17,78	19,05	15,92	52,75
	<i>Dracontomelon dao</i>	8,89	9,52	9,43	27,84
	<i>Grewia koordersiana</i>				
	<i>Burr</i>	24,44	28,57	28,51	81,52
	<i>Livistona rotundifolia</i>	8,89	9,52	7,9	26,31
	<i>Taxotrophis ilicifolia</i>				
	<i>vidal</i>	40	33,33	38,24	111,57
II	<i>Aleurites moluccanus</i>	33,33	30	38,28	101,61
	<i>Arenga pinnata</i>	28,57	30	22,1	80,67
	<i>Kjellbergiodendron celebicum</i>	14,29	20	14,43	48,72
	<i>Koordersiodendron pinnatum</i>	23,81	20	25,19	69
	<i>Arenga Pinnata</i>	10,34	12,5	11,59	34,43
III	<i>Diospyros malabarica</i>				
	<i>Kostel</i>	13,79	18,75	10,08	42,63
	<i>Garuga floribunda</i>	24,14	25	24,88	74,02
	<i>Decne</i>				
	<i>Grewia koordersiana</i>				
	<i>Burr</i>	27,59	25	32,14	84,73
	<i>Taxotrophis ilicifolia</i>				
	<i>vidal</i>	24,14	18,75	21,31	62,2

Hasil analisis vegetasi tingkat pancang pada stasiun I menunjukkan bahwa spesies *Taxotrophis ilicifolia vidal* merupakan jenis yang mendominasi dengan INP sebesar 111,57%, pada stasiun II didominasi oleh spesies *Aleurites moluccanus* dengan INP sebesar 101,61%, sedangkan pada stasiun III spesies *Grewia koordersiana Burr* dengan INP sebesar 84,73%

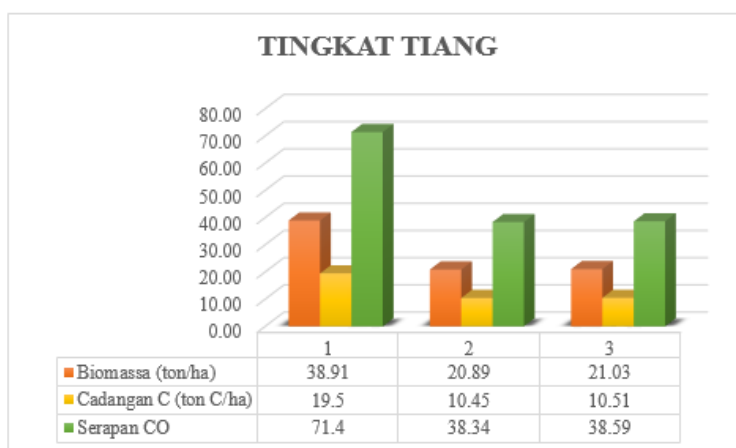
Potensi Serapan Karbon

Perhitungan nilai serapan karbon pohon pada setiap stasiun pengamatan di Kawasan Cagar Alam Tangale dilakukan secara non destruktif dan estimasi nilai biomassa dihitung menggunakan persamaan *allometric*. Sementara itu, untuk perhitungan nilai serapan karbondioksida yang dihasilkan tumbuhan bawah dan serasah dilakukan dengan mengambil cara destruktif dan dinyatakan dalam satuan berat kering.



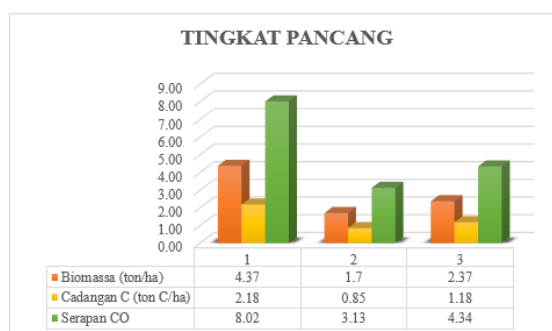
Gambar 4. Nilai Biomassa, Cadangan C, dan Serapan CO₂ Tingkat Pohon

Hasil perhitungan nilai biomassa, Cadangan karbon, dan serapan CO₂ menunjukkan bahwa vegetasi pada stasiun III memiliki kontribusi tertinggi dalam penyerapan karbondioksida, dengan nilai total serapan CO₂ sebesar 3780,161 ton/ha.



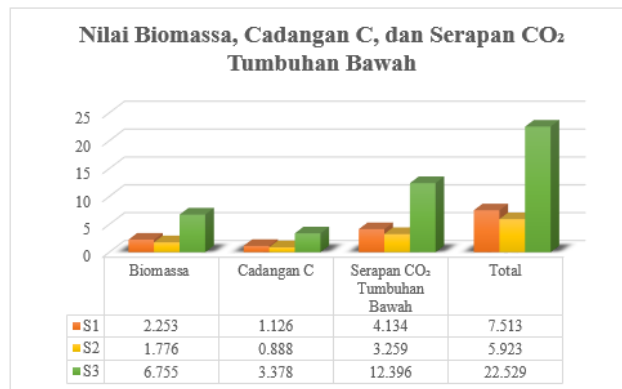
Gambar 5. Nilai Biomassa, Cadangan C, dan Serapan CO₂ Tingkat Tiang

Hasil perhitungan nilai biomassa, cadangan karbon, dan serapan CO₂ menunjukkan bahwa vegetasi tingkat tiang pada stasiun II memiliki kontribusi tertinggi dalam penyerapan karbondioksida, dengan nilai total serapan CO₂ sebesar 38,59 ton/ha.



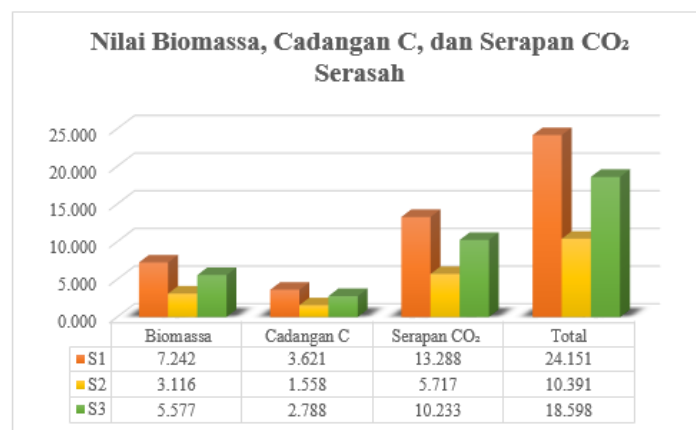
Gambar 6. Nilai Biomassa, Cadangan C, dan Serapan CO₂ Tingkat Pancang

Hasil perhitungan nilai biomassa, Cadangan karbon, dan serapan CO₂ menunjukkan bahwa vegetasi tingkat pancang pada stasiun III memiliki kontribusi tertinggi dalam penyerapan karbondioksida, dengan nilai total serapan CO₂ sebesar 4,34 ton/ha.



Gambar 7. Nilai Biomassa, Cadangan C, dan Serapan CO₂ Tumbuhan Bawah

Hasil perhitungan nilai biomassa, Cadangan karbon, dan serapan CO₂ tumbuhan bawah pada setiap stasiun pengamatan menunjukkan bahwa stasiun III memiliki kontribusi terbesar dalam penyerapan karbondioksida dengan nilai total sebesar 12,396 ton/ha.



Gambar 8. Nilai Biomassa, Cadangan C, dan Serapan CO₂ Serasah

Hasil perhitungan nilai biomassa, Cadangan karbon, dan serapan CO₂ serasah pada setiap stasiun pengamatan menunjukkan bahwa stasiun I memiliki kontribusi terbesar dalam penyerapan karbondioksida dengan nilai total sebesar 13,288 ton/ha.

Analisis struktur vegetasi yang dilakukan menunjukkan jenis-jenis tumbuhan dominan yang ditandai dengan Indeks Nilai Penting tertinggi. Tumbuhan dengan INP tertinggi tersebut dikategorikan sebagai penyusun utama dalam suatu komunitas vegetasi. Pada kawasan Cagar Alam Tangale jenis tumbuhan dengan INP tertinggi ditemukan pada setiap stasiun pengamatan. Kehadiran jenis-jenis tumbuhan dalam jumlah yang tinggi menandakan bahwa jenis tersebut mampu bertahan terhadap perubahan lingkungan yang terjadi dalam suatu kawasan. Hal ini sejalan dengan pendapat Pasaribu *et al*, (2021) yang

menyatakan bahwa kehadiran suatu jenis tumbuhan pada suatu kawasan menunjukkan kemampuan adaptasi dengan habitat dan toleransi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada stasiun pengamatan I, II dan III, diketahui bahwa nilai kerapatan, frekuensi dan dominasi serta INP di kawasan Cagar Alam Tangale memiliki perbedaan pada setiap tingkat pertumbuhan. Terdapat perbedaan nilai kerapatan pada setiap tingkat pertumbuhan, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan terhadap daya adaptasi dan penyebaran pada suatu kawasan hutan. Kerapatan tegakan dan jumlah jenis tegakan merupakan salah satu petunjuk kekayaan hayati pada suatu kawasan hutan. Hal ini sejalan dengan pendapat Heriyanto *et al*, (2020), yang menyatakan bahwa jumlah jenis dan kerapatan tegakan hutan ditentukan oleh keadaan hutan (primer atau sekunder). Nilai kerapatan juga dapat mempengaruhi kandungan biomassa dan penyerapan suatu vegetasi. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Istomo dan Farida (2017), menyatakan biomassa tegakan semakin meningkat dengan meningkatnya kerapatan tegakan, demikian juga karbon tersimpan juga dipengaruhi oleh kerapatan suatu tegakan.

Struktur vegetasi merupakan dasar yang paling utama untuk mengetahui kondisi keseimbangan komunitas hutan. Struktur vegetasi memiliki kaitan dengan penyerapan karbon oleh vegetasi, karena struktur vegetasi dapat mempengaruhi nilai serapan karbon pada suatu kawasan. Besar kecilnya nilai serapan karbon pada suatu kawasan dipengaruhi oleh jenis tumbuhan, kerapatan vegetasi, umur tegakan, komposisi dan struktur suatu tegakan. Nilai serapan karbon di kawasan Cagar Alam tangale diperoleh dari nilai biomassa dan cadangan karbon. Nilai serapan karbon di kawasan Cagar Alam tangale diperoleh dari nilai biomassa dan cadangan karbon. Terdapat perbedaan nilai total biomassa, cadangan karbon, dan serapan CO₂ pada tingkat pertumbuhan pohon dan pancang disetiap stasiun pengamatan. Perbedaan jumlah biomassa dari setiap kategori tegakan tersebut dipengaruhi oleh besarnya ukuran diameter batang (Baderan, 2017).

Kerapatan vegetasi juga mempengaruhi besarnya nilai biomassa dan cadangan karbon. Hal ini sejalan dengan pendapat Dini *et al*, (2022) menyatakan bahwa vegetasi yang rapat dapat meningkatkan jumlah cadangan karbon dan serapan karbon melalui biomassa. Kerapatan pohon pada suatu kawasan akan berimplikasi terhadap simpanan karbon, semakin rapat suatu tegakan maka biomassa yang tersimpan dalam tegakan tersebut semakin tinggi. Cadangan karbon juga memiliki korelasi dengan penyerapan karbon. Hasil perhitungan dari cadangan karbon dapat digunakan untuk menduga serapan CO₂. Nilai konversi karbon ke karbondioksida yaitu 44/12. Apabila nilai cadangan karbon pada kawasan Cagar Alam Tangale dikonversikan ke serapan CO₂, maka vegetasi di

kawasan Cagar Alam Tangale mampu menyerap sebesar 5.493,62 ton/ha. Dengan demikian menandakan bahwa keberadaan vegetasi di kawasan Cagar Alam Tangale berperan penting dalam mengurangi emisi CO₂.

Simpanan karbon tidak hanya ada pada suatu tegakan pohon dengan ukuran diameter dan tinggi yang besar, tetapi juga terdapat pada tumbuhan bawah dan serasah. Tumbuhan bawah merupakan vegetasi yang tumbuh pada suatu lahan atau lantai hutan yang terdiri dari semak belukar, herba dan rumput-rumputan, sedangkan serasah merupakan sisa-sisa organik berupa daun-daun kering, ranting, dan sisa organik lainnya yang berada di atas permukaan tanah. Biomassa dan cadangan karbon tumbuhan bawah dan serasah dinyatakan dalam ukuran berat kering dan berat basah. Hasil penghitungan biomassa, cadangan karbon dan serapan CO serasah lebih besar dibandingkan tumbuhan bawah. Hal ini disebabkan karena jumlah serasah yang terdapat di lantai hutan berasal dari berbagai jenis tumbuhan di atasnya. Rapatnya kanopi pohon sehingga banyak memproduksi serasah daripada tumbuhan bawah yang hidup dibawah pohon tersebut. Nofrianto *et al*, (2018) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah pohon, maka guguran daun, ranting, dan buah juga akan semakin banyak.

Nilai biomassa tumbuhan bawah yang rendah disebabkan oleh kerapatan dan intensitas cahaya pada kawasan tersebut, karena keadaan vegetasi pohon dan rapatnya tutupan maka sedikit juga cahaya yang bisa masuk sampai ke lantai hutan. Rendahnya kandungan karbon pada tumbuhan bawah juga disebabkan oleh sedikitnya vegetasi dari tumbuhan bawah yang ada pada kawasan tersebut. Hal ini selaras dengan penelitian Rahmawati & Chairul (2022) yang menyatakan bahwa kandungan karbon tumbuhan bawah yang rendah, dipengaruhi oleh nilai biomassa rendah dan komposisi penyusun vegetasi tumbuhan bawah pada suatu kawasan. Sementara kandungan biomassa pada serasah dipengaruhi oleh komponen-komponen penyusunnya, misalnya kayu busuk, daun-daun, dan ranting (Asmaini *et al*, 2023). Potensi biomassa serasah dan tumbuhan bawah dalam suatu kawasan hutan mencerminkan kandungan karbon bagian atasnya dan terkait dengan tingkat kesuburan dari kawasan tersebut.

Jumlah simpanan karbon dalam biomassa menunjukkan banyaknya tumbuhan yang mampu menyerap karbondioksida dari atmosfer. Saat ini, jumlah karbon dioksida semakin meningkat, untuk itu diperlu diimbangi dengan jumlah yang diserap tumbuhan untuk meminimalisir terjadinya pemanasan global (*global warming*). Ukuran diameter batang akan berbanding lurus dengan nilai biomasanya. Semakin besar dbh mengindikasikan

pohon berumur tua dan pohon tua memiliki kontribusi yang besar dalam menyerap karbon dibandingkan dengan pohon muda (Hairiah & Rahayu, 2007).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis struktur vegetasi dan potensi serapan karbon tumbuhan di kawasan Cagar Alam Tangale dapat disimpulkan bahwa:

- a. Keanekaragaman hayati flora pada tingkat pertumbuhan pohon, pancang, dan tiang pada stasiun pengamatan 1,2, dan 3 tercatat ada 18 jenis tumbuhan dari 15 famili dengan jumlah individu yaitu 364 spesies. Pada stasiun 1 tingkat pohon dan tiang didominasi oleh spesies *Grewia koordersiana Burr* dengan INP berturut-turut sebesar 83,65% dan 112%, sedangkan tingkat pancang didominasi oleh spesies *Taxotrophis ilicifolia vidal* dengan INP sebesar 116,6%. Pada stasiun 2 tingkat pohon didominasi oleh *Tectona grandis* dengan INP sebesar 104,44%, sedangkan pada tingkat tiang dan pancang didominasi oleh spesies *Aleurites moluccanus* dengan INP berturut-turut sebesar 91,95% dan 101,61%. Pada stasiun 3 tingkat pohon didominasi oleh spesies *Ceiba petandra* dengan INP sebesar 108,3%, sedangkan pada tingkat tiang dan pancang didominasi oleh spesies *Grewia koordersiana Burr* dengan INP berturut-turut sebesar 73,78% dan 84,73%.
- b. Total serapan karbon yang mampu diserap disetiap tingkat pertumbuhan (pohon, tiang, pancang, tumbuhan bawah dan serasah) di kawasan Cagar Alam Tangale adalah sebesar 5.493,62 ton/ha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian analisis struktur vegetasi dan potensi serapan karbon tumbuhan di Kawasan Cagar Alam Tangale. Dukungan, kerja keras, dan dedikasi semua pihak sangat berarti dalam memahami dan menjaga kelestarian lingkungan, serta memberikan kontribusi positif dalam upaya mitigasi perubahan iklim global. Semoga hasil penelitian ini dapat menjadi landasan bagi langkah-langkah lebih lanjut dalam pengelolaan hutan yang berkelanjutan dan pelestarian keanekaragaman hayati. Terima kasih atas kolaborasi dan kontribusi yang berharga.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, T., Muslih, A., & Basri, H. (2023). Estimasi karbon tersimpan pada hutan pinus (*Pinus merkusii*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(4), 1427–1434.
- Baderan, D. W. K. (2017). *Serapan karbon hutan mangrove Gorontalo*. Deepublish.
- Bouwman, A. F. (1990). Exchange of greenhouse gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere. In A. F. Bouwman (Ed.), *Soils and the greenhouse effect*. Elsevier.
- Brown, S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forest: A primer* (FAO Forestry Paper – 134). FAO.
- Dini, N. L. K., Jauhari, A., & Rachmawati, N. (2022). Prediksi nilai karbon yang hilang akibat kebakaran hutan dan lahan di Kota Banjarbaru. *Jurnal Sylva Scientiae*, 5(3), 372. <https://doi.org/10.20527/jss.v5i3.5708>
- Hairiah, K., & Rahayu, S. (2007). *Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan*. Agroforestry Center-ICRAF, SEA Regional Office, Universitas Bogor.
- Heriyanto, M. N., & Takandjandji, M. (2020). Vegetation structure and carbon sequestration of secondary forest in Meranti River-Kapas River forest complex, Batanghari, Jambi. *Journal of Forestry Research*, 4(2), 115–128.
- Istomo, & Farida, E. N. (2017). Potensi simpanan karbon di atas permukaan tanah tegakan *Acacia nilotica* L. (Willd) Ex. De. di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2), 155–162.
- Latief, C. (2008). Perbedaan serapan karbon pada atmosfer permukaan dan menengah bulan Desember 2007 hasil pengukuran profil vertikal CO₂ di Watukosek. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, Yogyakarta, 2008.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Blackburn Press.
- Nofrianto, N., Ratnaningsih, A. T., & Ikhwan, M. (2018). Pendugaan potensi karbon tumbuhan bawah dan serasah di Arboretum Universitas Lancang Kuning. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 13(2), 53–64. <https://doi.org/10.31849/forestra.v13i2.1568>
- Pasaribu, O. P., Prasetyo, A., Reforina, A., Ningrum, C. A., Rizky, H. M., Asharo, K. R., Priambodo, R., & Rizkawati, V. (2021). Komposisi dan keanekaragaman tumbuhan bawah di kawasan yang terkena dan tidak terkena erupsi di Taman Nasional Gunung Merapi. *Jurnal Bioma*, 17(1).
- Pratama, R., & Luthfi, P. (2019). Penanggulangan pemanasan global. *Buletin Utama Teknik*, 15(1), 91–95.
- Rahmawati, L., & Chairul, C. (2022). The estimation of ground carbon stock in the tourist forest area Ngalau Indah Payakumbuh. *Jurnal Biologi Unand*, 10(2), 78. <https://doi.org/10.25077/jbioua.10.2.78-84.2022>