

Serapan karbon atas permukaan tanah untuk konservasi Hutan Lindung Gunung Damar Gorontalo

Muzdalifah Alya Amalia Manese, Marini Susanti Hamidun*, dan Dewi Wahyuni K. Baderan

Prodi Magister Kependudukan dan Lingkungan Hidup Universitas Negeri Gorontalo

Jalan Jenderal Sudirman No. 6 Kota Gorontalo, Sulawesi, Indonesia

*Email: marinish70@ung.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis estimasi biomasa, cadangan karbon dan serapan karbondioksida tegakan pohon, tumbuhan bawah, dan serasah pada berbagai tipe vegetasi hutan tanaman di Hutan Lindung Gunung Damar Provinsi Gorontalo. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penentuan lokasi pengambilan sampel yang dilakukan secara *puposisif sampling* yang mewakili tipe vegetasi hutan tanaman, yaitu hutan damar, hutan campuran, dan hutan pinus; pembuatan plot bertingkat; dan penghitungan biomasa pohon dilakukan secara non destruktif dengan mengukur tinggi pohon dan diameter pohon setinggi dada (DBH), sedangkan untuk tumbuhan bawah dilakukan secara destruktif dan serasah diambil semua yang terdapat dalam plot untuk selanjutnya ditimbang berat basah dan berat keringnya; serta penghitungan pendugaan biomassa, cadangan karbon, dan serapan karbondioksida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serapan CO² tegakan pohon tertinggi terdapat pada vegetasi hutan damar dengan jumlah serapan CO² 989,26 ton/ha; tipe vegetasi hutan campuran dengan jumlah serapan CO² 625,44 ton/ha dan vegetasi hutan pinus dengan serapan CO² 395,73 ha/ton; serapan CO² tumbuhan bawah tertinggi terdapat pada vegetasi hutan campuran dengan jumlah serapan CO² 2,21 ton/ha, selanjutnya hutan damar sebesar 1,82 ton/ha dan hutan pinus 1,55 ton/ha; serapan CO² serasah tertinggi terdapat pada vegetasi hutan pinus dengan jumlah serapan CO² 31 ton/ha, hutan campuran 22,1 ton/ha dan hutan damar 18,77 ton/ha; dan total serapan CO² oleh tumbuhan tertinggi terdapat pada vegetasi hutan damar dengan jumlah serapan CO² 1009,95 ton/ha; hutan campuran dengan jumlah serapan CO² 649,77 ton/ha; dan hutan pinus dengan jumlah serapan CO² 428,29 ton/ha.

Kata kunci: *biomasa; serapan CO₂; hutan tanaman; Hutan Lindung Gunung Damar*

Above ground carbon sequestration as conservation effort in Mount Damar Protection Forest Gorontalo

Abstract: The objective of this research was to estimate biomass, carbon stocks, and CO² sequestration in tree stand, understory, and litter in various vegetation found in Mount Damar Protection Forest Gorontalo. The methods of the research were: using purposive sampling to determine sampling locations that represent damar forest, pine forest, and mixed forest; making nested plots; calculating biomass in trees by measuring diameter at breast high (DBH) and tree height (non-destructive) and weighing the wet weight and dry weight for understory and litter (destructive); 4) calculating biomass estimation, carbon stocks, and CO² sequestration based on Allometric formula for tree vegetation. The results show that the largest amount of CO² sequestration in tree stands is 989.26 ton/ha found in vegetation in damar forest; vegetation in mixed forest has 625.44 ton/ha and vegetation in pine forest has 395.73 ha/ton; the largest amount of CO² sequestration in understory is 2.21 ton/ha found in vegetation in mixed forest; 1.82 ton/

ha in damar forest; and 1.55 ton/ha in pine forest; the largest amount of CO² sequestration in litter is 31 ton/ha found in vegetation in pine forest; 22,1 ton/ha in mixed forest; and 18.77 ton/ha in damar forest; the highest overall CO² sequestration is 1009.95 ton/ha found in vegetation in damar forest; 649.77 ton/ha in mixed forest; and 428.29 ton/ha in pine forest.

Keywords: *biomass, CO² sequestration, Mount Damar Protection Forest*

How to cite (APA 7th Style): Manese, M. A. A., Hamidun, M. S., & Baderan, D. W. K. (2023). Serapan karbon atas permukaan tanah untuk konservasi Hutan Lindung Gunung Damar Gorontalo. *Jurnal Penelitian Saintek*, 28(2), 99-109. <http://dx.doi.org/10.21831/jps.v1i2.66447>.

PENDAHULUAN

Karbondioksida (CO²) sebagai salah satu penyusun utama lapisan gas rumah kaca saat ini konsentrasinya meningkat 40% jika dibandingkan pada era pra-industri. Peningkatan emisi terjadi karena proses industri berbahan bakar migas dan serta adanya deforestasi dan degradasi hutan. Sektor kehutanan merupakan salah satu sumberdaya unggulan dalam pembangunan yang memberikan kontribusi devisa yang cukup besar setelah migas. Kegiatan pembangunan tersebut menyebabkan meningkatnya eksploitasi sumberdaya hutan secara berlebihan. Pengambilan hasil hutan kayu dan hasil hutan non kayu yang semakin meningkat mengakibatkan terjadinya degradasi pada habitat alami dan deforestasi.

Dampak peningkatan emisi CO² di atmosfer meningkatkan efek rumah kaca, sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu bumi. Peningkatan suhu bumi menyebabkan terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim. Laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menjelaskan bukti-bukti bahwa telah terjadi pemanasan global dan perubahan iklim dengan kenaikan suhu bumi sekitar 0,8°C selama abad terakhir (Ditjen PPI, 2016).

Laju kenaikan emisi CO² di atmosfer dapat dikendalikan dengan menurunkan emisi dari sumbernya serta meningkatkan penyerapan karbondioksida melalui pelestarian keutuhan hutan alami dan meningkatkan kerapatan populasi pepohonan di luar hutan. Hutan yang merupakan kumpulan pepohonan dengan kawasan yang luas memiliki daya serap karbondioksida yang tinggi. Melalui proses fotosintesis tumbuhan menyerap karbondioksida dari udara, yang diubah menjadi karbohidrat, kemudian disebarkan ke seluruh tubuh tanaman dan tersimpan dalam tubuh tanaman hidup. Pengukuran simpanan karbon (C) dalam tubuh tanaman hidup (biomasa) dapat menggambarkan banyaknya CO di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Sedangkan pengukuran cadangan yang masih tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (nekromasa) menggambarkan CO yang tidak dilepaskan ke udara lewat pembakaran (Hairiah, Ekadinata, Sari, & Rahayu, 2011)CH, N O.

Hutan Lindung Gunung Damar yang terletak di Wilayah Administrasi Kabupaten Gorontalo dan Kabupaten Bone Bolango ditetapkan berdasarkan SK Menteri Kehutanan No 452/Kpts-II/1999 dengan luas 20.117 ha atau 12% dari seluruh total kawasan hutan lindung di Provinsi Gorontalo. Keberadaan Hutan Lindung Gunung Damar menjadi sangat penting bagi kelangsungan hidup masyarakat di Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo karena merupakan hulu dari tiga Daerah Aliran Sungai (DAS) besar yaitu DAS Bionga, DAS Limboto dan DAS Bolango. Dalam kurun waktu 10 tahun (1999-2009) tutupan Hutan Lindung Gunung Damar berkurang sebesar 5.642,49 ha yang disebabkan oleh konversi menjadi lahan pertanian (Dunggio, 2012).

Hutan Lindung Gunung Damar memiliki karakteristik tutupan lahan yang terdiri dari kawasan lindung, kawasan produksi (perkebunan kopi, cengkeh, kemiri, enau, aren, damar), dan areal penggunaan lain (hutan pinus). Beberapa penelitian yang pernah dilakukan di Hutan Lindung Gunung Damar antara lain: analisis usaha tani dan pendapatan masyarakat sekitar Hutan Lindung Gunung Damar, yang umumnya masyarakatnya memilih jenis tanaman yang cepat tumbuh dan cepat panen dan tidak mengikuti kaidah konservasi (Saman, Bahri, & Ilham, 2022); analisis peran Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi unit VI Gorontalo terhadap pendapatan pengrajin gula semut di Desa Dulamayo (Novriyal, Ernikawati, Ruruh, & Irni, 2022), analisis komposisi dan keanekaragaman jenis tumbuhan di Dulamayo (Naniu, Baderan, & Hamidun, 2021); analisis keragaman dan kajian taksonomi Pteridophyta sebagai potensi ekowisata di Kawasan Puncak Dulamayo (Febriyanti, Hamidun, & Zusriadi, 2022). Tujuan penelitian adalah menganalisis estimasi biomasa dan serapan karbondioksida di berbagai tipe vegetasi hutan tanaman yang terdapat pada Hutan Lindung Gunung Damar Provinsi Gorontalo.

METODE

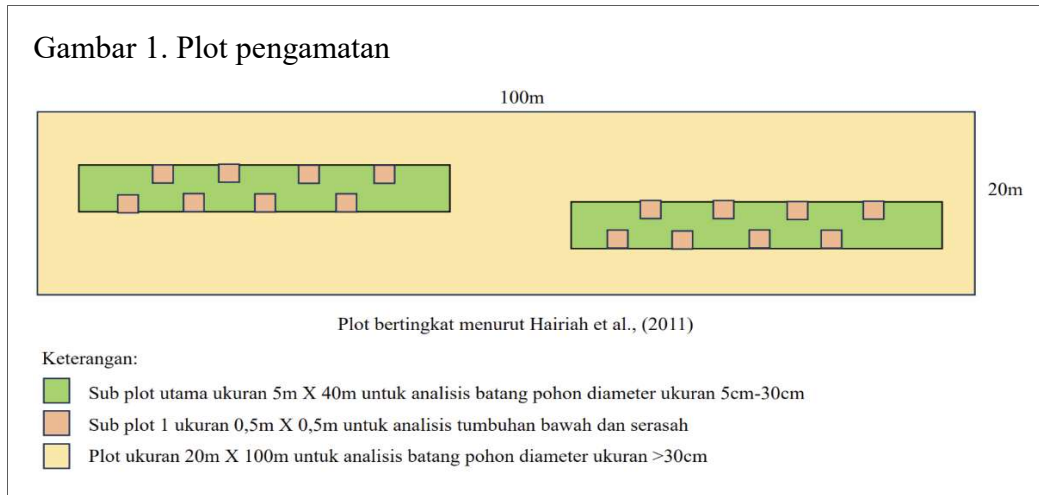
Penelitian dilakukan sejak Bulan Juni hingga Bulan Agustus 2023. Lokasi penelitian dilakukan di Kawasan Hutan Lindung Gunung Damar Provinsi Gorontalo, yang mengambil lokasi sampling penelitian pada bagian hutan tanaman. Lokasi ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* yang mewakili tipe vegetasi, yaitu: stasiun 1 vegetasi hutan damar; stasiun 2 vegetasi hutan campuran (agroforestry), dan stasiun III vegetasi hutan pinus yang merupakan lokasi wisata alam (*camping ground*).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: lembaran *tally sheet*, benang, plastik sampel, spidol, lem, kertas label ukuran 9x4, tissue, selotip, baterai AA, baterai AAA, baterai kotak, lakban. Alat penelitian yang digunakan yaitu: alat tulis, mistar, patok kayu, meteran/*roll meter*, gunting, kamera, timbangan analitik, oven, GPS, *haga meter*, *soil tester*, *phi meter*, *lux meter*.

Tahapan pengumpulan data serapan karbon adalah: *pertama*, membuat plot transek (petak contoh) searah mata angin dengan menentukan secara acak dengan melemparkan ranting, kemudian memberi tanda dengan patok dan rekam posisi menggunakan *Global Positioning system* (GPS). Selanjutnya membuat sub plot utama dengan mengikat tali pada patok ditarik sepanjang 40m ke arah utara dan 5m ke arah timur, dilanjutkan patok ke-3 dan ke-4 hingga terbentuk plot ukuran 5m x 40m untuk menganalisis vegetasi pohon diameter batang 5-30cm. Jika ditemukan pohon besar dengan diameter batang >30cm maka plot diperluas hingga ukuran 20m x 100m. Untuk menganalisis tumbuhan bawah dan serasah dibuat sub plot ukuran 0,5m x 0,5m.

Kedua, melakukan pengukuran diameter pohon (DBH) menggunakan *phi meter* dan tinggi pohon menggunakan *haga meter*. Untuk tumbuhan bawah dilakukan pemanenan, serta pengumpulan semua sampel serasah yang terdapat dalam plot pengamatan. *Ketiga*, menimbang berat basah tumbuhan bawah hasil pemanenan, kemudian dikeringkan menggunakan oven di laboratorium, dan ditimbang kembali sebanyak 3 kali pengulangan hingga mencapai berat konstan. Untuk serasah, sebelum dikeringkan dalam oven, terlebih dahulu dikeringkan di bawah sinar matahari, setelah kering digoyang-goyang untuk melepaskan tanah yang menempel. *Keempat*, melakukan pengukuran biomassa tumbuhan dan serapan CO².

Penghitungan biomasa pohon menggunakan rumus alometrik (Chave et al., 2005), dan untuk penghitungan biomassa (BJ kayu) untuk hutan tanaman 0,61 gr/cm³ (Rahayu, Lusiana, & van Noordwijk, 2006)



$$(AGB)_{est} = 0,0509 \times \rho D^2 H$$

Keterangan:

- (AGB)_{est} : Total Biomassa (kg/pohon).
 H = T : Tinggi pohon (m).
 D = DBH : Diameter pohon setinggi dada (cm)
 P : Berat jenis kayu (g/cm³)

Penghitungan biomasa tumbuhan bawah dan serasah (Hairiah dkk., 2011)

$$Total BK = \frac{BK \text{ contoh}}{BB \text{ contoh}} \times Total BB$$

Keterangan

BK = berat kering; BB = berat basah

Penghitungan cadangan karbon menggunakan rumus (Brown, 1997):

$$C = B \times 0,5$$

Keterangan:

- C : Jumlah simpanan karbon (ton/ha).
 B : Biomassa tegakan (ton/ha).
 0,5 : Faktor konversi untuk pendugaan karbon

Penghitungan serapan karbondioksida menggunakan rumus (Brown, 1997):

$$Serapan CO_2 \left(\frac{ton}{ha} \right) = \frac{(bmr CO_2)}{bmr C} \times kandungan C$$

Keterangan:

- bmr CO₂ : berat molekul relatif CO₂ = 44
 bmr C : berat molekul relatif C = 12

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hutan Lindung Gunung Damar Gorontalo mempunyai beberapa macam tipe vegetasi yaitu: hutan alam, hutan campuran (*agroforestry*), dan hutan tanaman yang terdiri atas hutan

damar dan hutan pinus. Ketinggian lokasi berkisar antara 700-1100meter dari permukaan laut, dengan kemiringan bervariasi antara 0-15 % sampai dengan > 45 %. Curah hujan tahunan menunjukkan rata-rata 1345 mm/thn, curah hujan tertinggi pada bulan Maret dan terendah pada bulan September. Daerah ini mempunyai 11 bulan basah (> 100 mm) dan 1 bulan kering (< 60 mm) sehingga termasuk tipe iklim A (Schmidt & Ferguson, 1952). Suhu udara di dalam kawasan berhutan berkisar antar 18-29°C.

Faktor Lingkungan. Pengambilan data dilakukan pada 3 stasiun pengamatan yang mewakili tipe vegetasi, yaitu: vegetasi hutan damar, vegetasi hutan campuran (*agroforestry*), dan vegetasi hutan pinus. Tabel 1 menampilkan hasil pengukuran faktor-faktor lingkungan pada setiap stasiun.

Tabel 1
Hasil pengukuran faktor lingkungan

Stasiun	Faktor Lingkungan				
	pH Tanah	Kelembaban (%)	Intensitas Cahaya (Cd)	Suhu (C)	Kecepatan Angin (knot)
I	7	55-56	26-35	30	0.27-0.87
II	7	75-77	30-32	26-27	0.47-0,50
III	7	69-70	11-15	26-27	0.47-0.50

Stasiun I. Vegetasi Hutan Damar. Stasiun I berada pada titik koordinat N:0.70997648, E: 123.02484802. Stasiun ini berada 5 km di sebelah selatan dari Kawasan Arboretrum Dulamayo. Elevasi mencapai 776 mdpl, dan kemiringan mencapai 45-65% atau kategori curam. Suhu rata-rata mencapai 30°C, kelembaban 55-56%, pH tanah rata-rata 7, intensitas cahaya 26-35 Cd, dan kecepatan angin mencapai 0,27-0,87 knot. Lokasi ini didominasi oleh pohon damar, selain juga dijumpai pohon pinus dan pohon beringin.

Stasiun II. Vegetasi Hutan Campuran (agroforestry). Stasiun II berada pada titik koordinat N: 0.7107662, E:02802024 dengan elevasi mencapai 703 mdpl, dan kemiringan mencapai 15-30%, suhu rata-rata mencapai 26-27°C, Kelembaban rata-rata menjadi 76%, pH tanah rata-rata 7 dan intensitas cahaya rata-rata 31 Cd dan kecepatan angin 0,47-0,5 knot. Stasiun ini berada sekitar 3km di sebelah selatan dari Arboretrum Dulamayo. Kawasan ini sudah dikelola oleh masyarakat sekitar dengan ditanami. Kawasan ini dikelola oleh masyarakat sekitar dengan ditanami berbagai komoditi pertanian berupa tanaman perkebunan dan tanaman kehutanan yang dipadukan menjadi satu didalam satu kawasan.

Stasiun III. Hutan Pinus. Lokasi ini berada pada titik koordinat N: 0.71009136, E: 123.025089, sekitar 1km di sebelah timur dari Arboretrum Dulamayo. Elevasi mencapai 827 mdpl, kemiringan mencapai 30-45% atau kategori agak curam, suhu 26-27°C, kelembaban udara 69-70%, pH tanah rata-rata 7, intensitas cahaya 11-14 Cd, dan kecepatan angin 0,47-0,50 knot. Hutan pinus merupakan lokasi wisata yang dengan konsep *camping ground* dengan sajian keindahan pemandangan dari ketinggian

Biomasa dan Serapan CO² Tegakan Pohon. Jenis vegetasi dari suatu tipe penggunaan lahan mempengaruhi nilai simpanan karbon dan serapan karbondioksida. Suatu tipe penggunaan lahan yang memiliki spesies pohon yang tinggi dan memiliki diameter batang yang besar, maka nilai biomasanya akan lebih besar dibanding dengan tipe penggunaan lahan yang memiliki spesies

dengan tinggi pohon dan nilai diameter yang kecil. Biomasa yang besar turut meningkatkan jumlah serapan karbondioksida. Selain itu, jumlah individu turut mempengaruhi besaran biomasa dan serapan karbondioksida pada suatu lahan. Perbedaan ukuran pohon (diameter dan tinggi), jumlah individu, dan jenis pohon penyusun suatu lahan akan membedakan nilai biomassa pohon dan serapan karbon pada lahan tersebut (Suwardi, Mukhtar, & Syamsuardi, 2013). Hasil perhitungan biomasa jenis pohon pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Pada stasiun 1 yaitu hutan damar, vegetasinya didominasi oleh tanaman *Agathis* sp. (damar) dengan jumlah 25 individu, *Pinus merkusii* Jungh (pinus) 12 individu, dan *Ficus benjamina* L. (beringin) 2 individu yang menjadikan stasiun ini memiliki jumlah individu lebih banyak dibanding dengan stasiun II dan stasiun III. Rata-rata ukuran diameter pohon dan tinggi pohon juga terbilang besar, sehingga bisa menyerap karbondioksida dari atmosfer lebih banyak dibandingkan dengan stasiun II dan III, yaitu 989,36 ton/ha.

Tabel 2

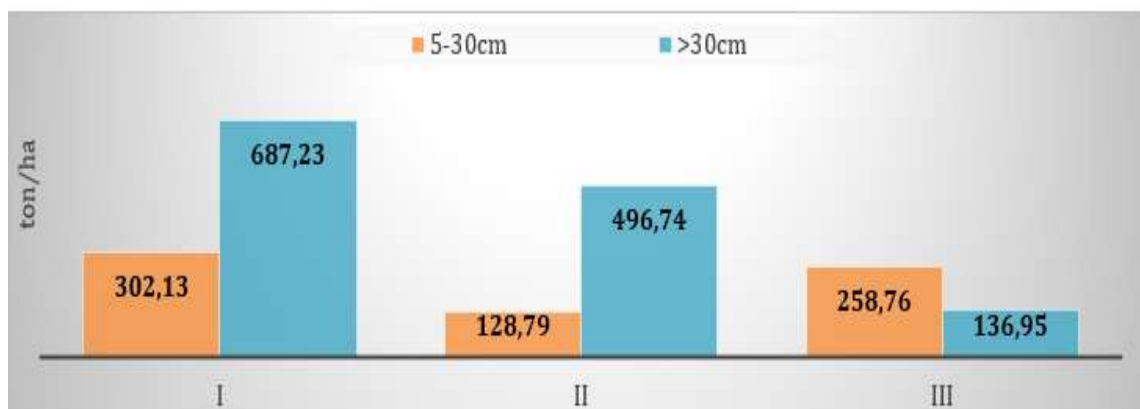
Estimasi biomasa dan serapan karbon pada tegakan pohon (ton/ha)

Stasiun	D (rata2)	T (rata2)	Jenis tanaman	Jumlah individu	Biomasa	Total Biomasa	Cadangan C	Serapan CO ²
I	29,3	16,5	<i>Agathis</i> Sp.	10	164,8	539,65	269,83	989,36
	29,22	16,4	<i>Pinus merkusii</i> Jungh	5				
	34,03	17,67	<i>Agathis</i> Sp.	15	374,85			
	32,21	18,43	<i>Pinus merkusii</i> Jungh	7				
	35,35	18	<i>Ficus benjamina</i> L.	2				
II	26,65	8,83	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.)	12	70,2	341,15	170,58	625,44
	5,58	7,38	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)	8				
	27,26	15	<i>Durio zibethinus</i> , Murray	1				
	9,86	5,5	<i>Lansium domesticum</i> Correa	4				
	6,67	4	<i>Ficus septica</i> Burm. F.	2				
	38,51	8,2	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.)	5	270,95			
	35,13	15	<i>Durio zibethinus</i> , Murray	1				
	30,51	9,8	<i>Arenga pinnata</i> Merr.	5				
	47,77	20	<i>Aleurites moluccana</i> (L.)	1				
51,4	22,67	<i>Chaeselpinia pulcerima</i> (L.)	3					
III	25,36	17,19	<i>Pinus merkusii</i> Jungh	16	141,15	215,85	107,93	395,73
	31,27	20	<i>Pinus merkusii</i> Jungh	5	74,7			

Keterangan: D = diameter batang pohon (cm); T= tinggi pohon (cm)

Stasiun II merupakan hutan campuran yang memiliki lebih banyak variasi jenis tumbuhannya, meskipun jumlah individunya lebih sedikit untuk masing-masing jenis. Jenis-jenis yang ditemukan yaitu: *Syzygium aromaticum* (L.) (cengkeh), *Gliricidia sepium* (Jacq.) (gamal), *Durio zibethinus*, Murray (durian), *Lansium domesticum* Correa (langsap), *Ficus septica* Burm. F. (awar-awar), *Arenga pinnata* Merr. (aren), *Aleurites moluccana* (L.) (kemiri), dan *Chaeselpinia pulcerima* (L.). Diameter batang bervariasi dari 5-51cm, meskipun lebih banyak yang di bawah 30cm. Demikian halnya tinggi pohon, umumnya berkisar di bawah 10m. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun lokasi ini mempunyai lebih banyak variasi jenis

Gambar 2. Grafik serapan CO² tegakan pohon pada berbagai tipe vegetasi



tumbuhan, akan tetapi serapan karbonnya lebih sedikit dibanding dengan stasiun I yaitu 625,44 ton/ha.

Stasiun III merupakan hutan pinus yang hanya terdiri dari 1 jenis saja, yaitu *Pinus merkusii* Jungh (pinus) dengan 21 jumlah individu dengan diameter batang dan tinggi pohon cukup besar. Jumlah individu yang lebih sedikit menyebabkan jumlah serapan karbondioksida lokasi ini lebih kecil dibanding dengan stasiun I dan stasiun II.

Biomasa dan Serapan CO² pada Tumbuhan Bawah dan Serasah. Karbon yang tersimpan tidak hanya pada tegakan pohon yang mempunyai ukuran diameter dan tinggi yang besar, tetapi juga tersimpan pada tumbuhan bawah dan nekromasa (serasah). Tumbuhan bawah merupakan vegetasi yang tumbuh pada lantai hutan atau suatu lahan, sedangkan serasah merupakan sisa-sisa organik berupa dedaunan kering, ranting, dan berbagai macam sisa organik lainnya di atas tanah yang sudah mengering dan berubah warna dari aslinya. Berbagai jenis tumbuhan bawah yang terdapat pada lokasi penelitian terdiri dari Semak belukar, herba, dan rumput-rumputan.

Tabel 3 dan Gambar 3 menunjukkan biomasa, cadangan karbon, dan serapan karbon pada tumbuhan bawah dan serasah. Data tersebut menunjukkan bahwa biomasa dan serapan karbon serasah lebih besar dibandingkan dengan biomasa dan serapan karbon tumbuhan bawah. Perbedaan yang signifikan terlihat pada semua stasiun. Hal ini disebabkan karena serasah yang terdapat di lantai hutan berasal dari berbagai tipe habitus tumbuhan di atasnya. Semakin tinggi kerapatan tegakan maka produksi serasah semakin tinggi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa biomasa dan serapan CO₂ serasah lebih besar dibandingkan dengan tumbuhan bawah pada lahan yang sama (Nofrianto, Ratnaningsih, & Ikhwan, 2018; Pariri, Mohu, & Tampang, 2020; Hartati, Suhdiman, Sudarmadji, & Sulistiyo, 2021).

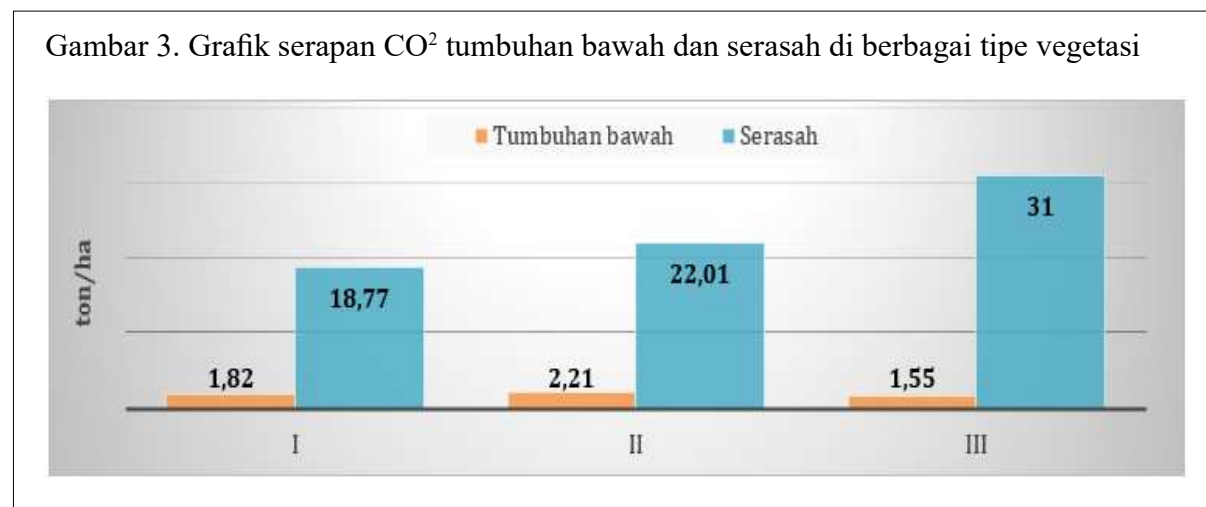
Jumlah biomasa dan serapan CO₂ tumbuhan bawah pada stasiun I, II, dan III tidak terlalu jauh berbeda. Stasiun II memiliki jumlah biomasa dan serapan CO₂ tertinggi yaitu 1,21 ton/ha biomasa dan 2,21 ton/ha serapan CO₂. Stasiun II merupakan hutan campuran yang memiliki keanekaragaman jenis pohon dan jumlah individu lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun I dan III, sehingga lebih banyak variasi dan individu tumbuhan yang hidup di bawah tegakan. Selanjutnya pada stasiun I dengan jumlah biomasa 0,99 ton/ha dan serapan CO₂ 1,82 ton/ha. Jumlah biomasa dan serapan CO₂ terkecil terdapat pada stasiun III, yaitu 0,85 ton/ha biomasa

Tabel 3

Estimasi biomasa dan serapan CO² tumbuhan bawah dan serasah (ton/ha)

Stasiun	Jenis	Total Biomasa	Cadangan C	Serapan CO ²
I	Tumbuhan bawah	0,99	0,50	1,82
	Serasah	10,24	5,12	18,77
II	Tumbuhan bawah	1,21	0,60	2,21
	Serasah	12,01	6,00	22,01
III	Tumbuhan bawah	0,85	0,42	1,55
	Serasah	16,91	8,46	31,00

Gambar 3. Grafik serapan CO² tumbuhan bawah dan serasah di berbagai tipe vegetasi



dan 1,55 ton/ha untuk serapan CO². Stasiun III merupakan hutan pinus yang menjadi destinasi wisata alam (*camping ground*) sehingga mempengaruhi keberadaan tumbuhan bawah.

Jumlah biomasa dan serapan CO² serasah tertinggi terdapat pada stasiun III yaitu 31 ton/ha. Ini menunjukkan bahwa stasiun III yaitu hutan pinus memiliki produksi serasah paling tinggi. Hal ini disebabkan karena sumber serasah selain berasal dari tegakan pohon, juga berasal dari sisa-sisa bahan organik yang dibawa oleh pengunjung, seperti kulit buah. Selanjutnya stasiun II dengan jumlah biomasa 12,01 ton/ha dan serapan CO² 22,01 ton/ha, dan yang paling kecil adalah stasiun I yaitu 10,24 ton/ha untuk biomasa dan serapan CO² sebesar 18,77 ton/ha.

Total Serapan CO² pada Hutan Lindung Gunung Damar. Jumlah simpanan karbon dalam biomassa pada suatu tipe penggunaan lahan menunjukkan banyaknya tanaman mampu menyerap karbondioksida dari atmosfer. Pada bagian tumbuhan yang telah mati (nekromasa/serasah) menunjukkan adanya karbondioksida yang tidak dilepaskan ke atmosfer. Estimasi total biomasa dan serapan CO² atas permukaan tanah (tegakan pohon, tumbuhan bawah dan serasah) pada hutan tanaman di Hutan Lindung Gunung Damar ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 4.

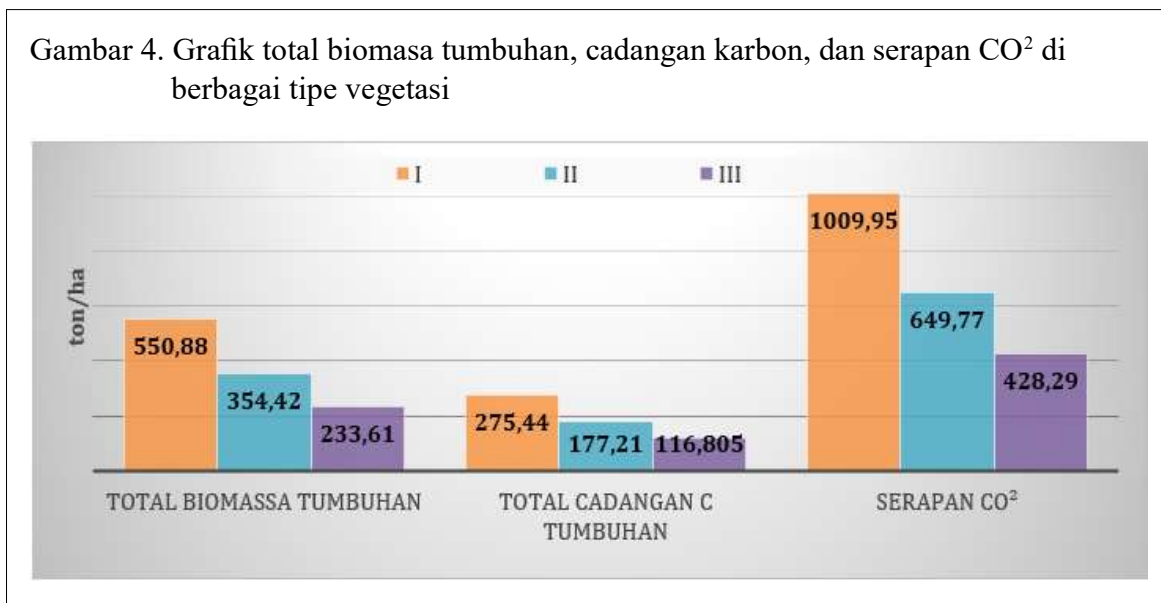
Stasiun I merupakan penyerap CO² terbesar yaitu 1009,95 ton/ha. Tegakan pohon pada stasiun I rata-rata memiliki ukuran diameter batang dan tinggi pohon yang besar, sehingga mampu menyerap CO² lebih banyak dibandingkan dengan stasiun II dan III. Selanjutnya

Tabel 4

Estimasi total serapan CO² di atas permukaan tanah (ton/ha)

Stasiun	Biomasa			Serasah	Total Biomasa Tumbuhan	Total Cadangan C	Serapan CO ²
	Pohon		Tumbuhan bawah				
	5-30cm	>30cm					
I	164,8	374,85	0,99	10,24	550,88	275,44	1009,95
II	70,25	270,95	1,21	12,01	354,42	177,21	649,77
III	141,15	74,7	0,85	16,91	233,61	116,81	428,29

Gambar 4. Grafik total biomasa tumbuhan, cadangan karbon, dan serapan CO² di berbagai tipe vegetasi



stasiun II yang merupakan hutan campuran mampu menyerap CO² 649,77 ton/ha, kemudian stasiun III mampu menyerap 428,29 ton/ha

SIMPULAN

Biomasa dan serapan CO² tegakan pohon tertinggi terdapat pada vegetasi hutan damar dengan jumlah biomasa 539,65 ton/ha dan serapan CO² 989,26 ton/ha. Selanjutnya diikuti oleh tipe vegetasi hutan campuran dengan jumlah biomasa 341,15 ton/ha dan serapan CO² 625,44 ton/ha dan vegetasi hutan pinus dengan jumlah biomasa 215,85 ton/ha dan serapan CO² 395,73 ha/ton. Biomasa dan serapan CO² tumbuhan bawah tertinggi terdapat pada vegetasi hutan campuran dengan jumlah serapan CO² 2,21 ton/ha, selanjutnya hutan damar sebesar 1,82 ton/ha dan hutan pinus 1,55 ton/ha. Biomasa dan serapan CO² serasah tertinggi terdapat pada vegetasi hutan pinus dengan jumlah serapan CO² 31 ton/ha, selanjutnya hutan campuran 22,1 ton/ha dan hutan damar 18,77 ton/ha. Total biomasa dan serapan CO² oleh tumbuhan atas permukaan tertinggi terdapat pada vegetasi hutan damar dengan jumlah biomasa 550,88 ton/ha dan serapan CO² 1009,95 ton/ha, selanjutnya hutan campuran dengan jumlah biomasa 354,42 ton/ha dan serapan CO² 649,77 ton/ha, dan hutan pinus dengan jumlah biomasa 233,61 ton/ha dan serapan CO² 428,29 ton/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- [Ditjen PPI] Ditjen Pengendalian Perubahan Iklim KLHK. (2016). *Perubahan iklim, perjanjian paris, dan nationally determined contribution*. https://ditjenppi.menlhk.go.id/reddplus/images/resources/buku_pintar/buku-pintar-PPI-21-6-2016-ISBN-FA_opt.pdf
- Brown, S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer* (Vol. 134). Food & Agriculture Org.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B., & Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(2005), 87-99. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>
- Dunggio, I. (2012). *Model kelembagaan pengelolaan hutan lindung (Kasus pengelolaan Hutan Lindung Gunung Damar di Provinsi Gorontalo)* (Disertasi, tidak diterbitkan). Institut Pertanian Bogor.
- Febriyanti, Hamidun, M. S., & Zusriadi, B. F. (2022). Eksplorasi keragaman dan kajian taksonomi pteridophyta sebagai potensi ekowisata di kawasan puncak Dulamayo Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Biocelebes*; 16(1), 47-58. <https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/Biocelebes/article/view/15721/11671>.
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R. R., & Rahayu, S. (2011). *Pengukuran cadangan karbon: Dari tingkat lahan ke bentang lahan* (ed. kedua). World Agroforestry Centre. <https://apps.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/manual/MN0049-11.pdf>
- Hartati, W., Suhdiman, A., Sudarmadji, T., & Sulistiyo, E. A. (2021). Estimasi cadangan karbon pada tumbuhan bawah dan serasah di KHDTK HPFU Samarinda. *Ulin: Jurnal Hutan Tropis*, 5(2), 63-72. <https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/UJHT/article/view/5409>
- Naniu, S., Baderan, D. W. K., & Hamidun, M. S. (2021). The composition and diversity of plant species in upsa of Dulamayo Utara Telaga Biru Gorontalo District. *Jurnal Pascasarjana UNG*, 6(1), 73-81. <https://ejurnal.pps.ung.ac.id/index.php/JPS/article/view/585>
- Nofrianto, Ratnaningsih, A. T., & Ikhwan, M. (2018). Pendugaan potensi karbon tumbuhan bawah dan serasah di Arboretum Universitas Lancang Kuning. *Wahana Forestra: Jurnal kehutanan*, 13(2), 144-1155. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/forestra/article/view/1568>
- Novriyal, F., Ernikawati, Ruruh, A., & Irni, J. (2022). Peran kesatuan pengelolaan hutan produksi (KPHP) Unit VI Gorontalo terhadap pendapatan pengrajin gula semut (Kelompok Tani hutan Huyula desa Dulamayo Selatan Kecamatan Telaga Kabupaten Gorontalo). *Jurnal Agropriimatech*, 5(2), 44-52. <http://jurnal.unprimdn.ac.id/index.php/Agropriimatech/article/view/2632>
- Pariri, I. F., Mohu, W. Y., & Tampang, A. (2020). Dugaan cadangan biomasa tumbuhan bawah dan serasah pada beberapa petak tegakan di Kawasan Hutan Pendidikan Anggori. *Jurnal Kehutanan Papua*, 6(2), 172-183. Diunduh dari: <https://jurnalpapuaasia.unipa.ac.id/index.php/jurnalpapuaasia/article/view/210>.
- Rahayu, S., Lusiana, B., & van Noordwijk, M. (2006). Pendugaan cadangan karbon di atas permukaan tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. Dalam *Cadangan Karbon di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur: Monitoring Secara Spasial dan Pemodelan* (pp. 23-56). World Agroforestry Centre. <http://www.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/book/BK0089-05/BK0089-05-1.pdf>

- Saman, Bahri, S., & Irham. (2010). *Analisis usahatani dan pendapatan masyarakat sekitar Hutan Lindung Gunung Damar Propinsi Gorontalo* (Tesis, tidak diterbitkan). UGM. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/45707>
- Schmidt, F. H., & Ferguson, J. H. A. (1952). *Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea*. Kementerian Perhubungan dan Djawatan Meteorologi dan Geofisik.
- Suwardi, A. B., Mukhtar, E., & Syamsuardi. (2013). Komposisi jenis dan cadangan karbon di hutan tropis dataran rendah, Ulu Gadut. *Berita Biologi*, 12(2), 169-176. https://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/view/529 .