

ESTIMASI SERAPAN KARBON DAN NILAI JASA LINGKUNGAN PADA HUTAN MANGROVE BLOK JATI PAK TAMAN NASIONAL ALAS PURWO

Moh Firmansyah

Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas PGRI Banyuwangi
Jl. Ikan Tongkol No. 22, Kertosari, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur 68416
E-mail: fransyah2512@gmail.com

Abstrak

Pemanasan global merupakan sebuah permasalahan yang dihadapi seluruh dunia saat ini yang disebabkan karena meningkatnya gas rumah kaca akibat dari pembakaran bahan bakar fosil melalui aktivitas manusia. Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang berperan dalam mitigasi perubahan iklim yang berkontribusi menyerap gas karbon dioksida. Taman Nasional Alas Purwo menjadi salah satu sebuah habitat yang memiliki ekosistem menjajikan dalam penyerapan karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi serapan karbon dan nilai jasa lingkungan pohon mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. Penelitian ini menggunakan metode *non-destruktif*, dengan mengumpulkan data menggunakan metode transek kuadran sepanjang pasokan dari zona belakang mangrove sampai pada zona depan mangrove. Pembuatan plot di tempatkan sebanyak 5 plot pada setiap lokasi stasiun dengan ukuran plot (20 x 20 m). Analisis karbon menggunakan rumus alometrik biomassa di atas permukaan tanah (AGB). Hasil penelitian menunjukkan bahwa total serapan karbon vegtasi mangrove Taman Nasional Alas Purwo mempunyai nilai sebesar 6.303,92 ton/ha dan memiliki nilai jasa lingkungan dengan jumlah total sebesar Rp.1.128.232.11. *Sonneratia alba* menyumbang stok karbon paling besar, yakni mencapai 367,80 per individu, sedangkan penyumbang karbon terendah terdapat pada *Ceriops tagal* yakni mencapai 6,17. Berdasarkan angka tersebut, ekosistem mangrove memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim.

Kata kunci: **Pemanasan global; karbon; mangrove; biomassa; jasa lingkungan.**

Abstract

*Global warming is a critical issue currently faced worldwide, caused by the increase in greenhouse gases due to the combustion of fossil fuels through human activities. Mangrove ecosystems play a significant role in climate change mitigation by absorbing carbon dioxide. Alas Purwo National Park is one of the habitats with a promising ecosystem for carbon sequestration. This study aims to assess the carbon sequestration potential and the environmental service value of mangrove trees in Alas Purwo National Park. A non-destructive, in-situ method was used, with data collected through the transect-quadrat method extending from the back zone to the front zone of the mangrove area. A total of five plots were established at each station location, with each plot measuring 20 × 20 meters. Carbon analysis was conducted using an allometric equation for above-ground biomass (AGB). The results showed that the total carbon sequestration of mangrove vegetation in Alas Purwo National Park reached 6,303.92 tons per hectare, with a total environmental service value of IDR 1,128,232,110. *Sonneratia alba* contributed the highest carbon stock, reaching 367.80 per individual, while the lowest was *Ceriops tagal*, at 6.17 These findings emphasize the key role of mangroves in climate change mitigation.*

Keywords: Global warming; carbon; mangrove; biomass; environmental services.

1. PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi dunia saat ini, yang disebabkan oleh meningkatnya gas-gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂) dan metana, yang berasal dari sisa-sisa pembakaran bahan bakar fosil akibat dari aktivitas manusia (Ulqodry *et al.*, 2020). Fenomena ini telah menyebabkan anomali iklim, dengan peningkatan frekuensi dan durasi kejadian cuaca ekstrem yang semakin sering (Yuniasih *et al.*, 2022). Data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menunjukkan bahwa antara Juni hingga Oktober 2023, fenomena El Niño telah berdampak pada penurunan curah hujan dan peningkatan hotspot di berbagai daerah di Indonesia (Purnomo *et al.*, 2023). Priyanto *et al.* (2021), menyatakan perubahan iklim yang terjadi merupakan ancaman serius bagi umat manusia di abad ke-21. *World Health Organization* memperkirakan bahwa antara tahun 2030 hingga 2050, perubahan iklim dapat menyebabkan sekitar 250.000 kematian, sebagian besar akibat heat stress (Kim *et al.*, 2023).

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah pemanasan global adalah dengan menjaga kelestarian hutan, yang berfungsi sebagai penyerap CO₂ melalui proses fotosintesis. Hutan mangrove, khususnya, memiliki peranan penting dalam penyerapan karbon dioksida secara alami (Dandy Aditya *et al.*, 2022). Rehabilitasi hutan mangrove menjadi sangat penting, mengingat sebagian besar energi tersimpan dalam bentuk biomassa (Diana, 2020). Namun, untuk mendukung upaya ini, diperlukan informasi yang akurat mengenai status dan kecenderungan perubahan simpanan karbon dari berbagai sumber emisi (*source*) dan penyerapan (*sink*). Menurut Sodikin *et al.* (2024), mangrove memiliki kemampuan asimilasi yang tinggi dalam penyerapan karbon, tetapi data mengenai simpanan karbon di ekosistem ini masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan oleh kurangnya perhatian terhadap emisi karbon dari lahan yang dikonversi dan biomassa pohon, sehingga estimasi karbon keseluruhan ekosistem sering terlewatkan.

Meskipun banyak penelitian telah dilakukan terkait hutan mangrove, studi

mengenai peran ekologisnya dalam menyerap karbon (CO₂) masih minim, terutama di kawasan hutan mangrove Blok Jati Papak, Taman Nasional Alas Purwo. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi seberapa besar cadangan karbon yang terdapat di atas tanah pada hutan mangrove tersebut. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman dan pengelolaan hutan mangrove, serta mendukung upaya mitigasi perubahan iklim di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara sistematis dengan menggunakan metode *non-destructive* (tanpa merusak tanaman), yang dilakukan pada empat stasiun mulai dari, stasiun Mangrove Trail, Gendoh, Curah Wuluh, Peletesan, dengan membuat transek secara horizontal dari daratan vegetasi mangrove sejati sampai pada area depan vegetasi mangrove.

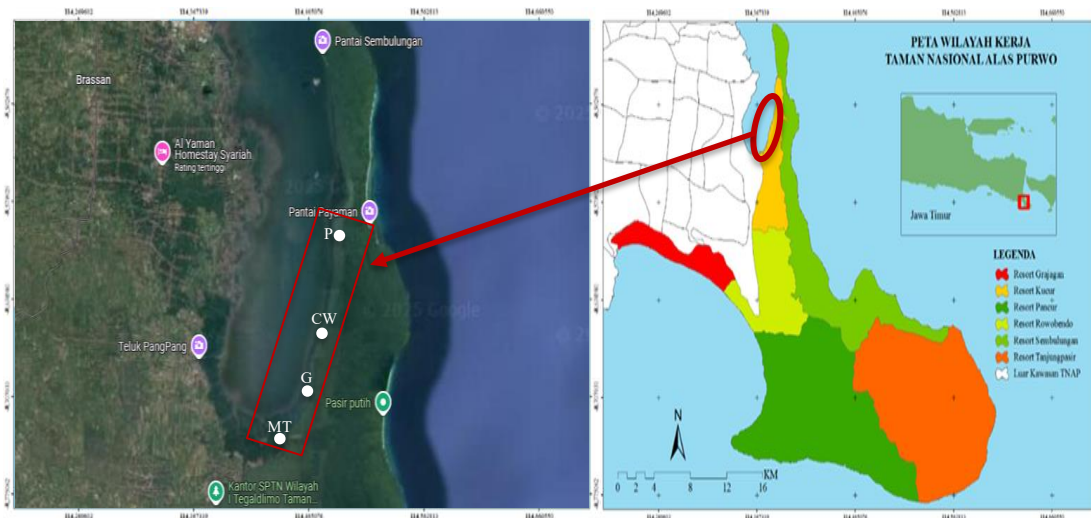
Lokasi pengamatan dipilih berdasarkan habitat potensial mangrove meliputi area hutan mangrove dan wilayah konservasi. Metode *non-destructive* memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi spesimen secara langsung menggunakan pengamatan visual, sambil bergerak perlahan di sepanjang jalur pengamatan untuk mengetahui perawakan dan jenis spesimen mangrove dengan menggunakan pedoman buku mangrove pesisir jawa, data yang dikumpulkan di targetkan pada semua jenis spesies mangrove yang masuk dalam plot pengamatan.

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meteran rool, tali rafia, Gps (*Global Positioning System*), pita ukur, pH meter, termometer batang, refracto meter, kertas tabulasi, pensil, bulpoin, dan kamera hp. sedangkan bahan yang digunakan DBH *Diameter at Breast High* pohon dan ketinggian pohon.

2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November-Desember 2024 pada kawasan Hutan Mangrove Blok Jati Papak Taman Nasional Alas Purwo Banyuwangi.



Keterangan: Mangrove Trail (MT), Gendoh (G), Curah Wuluh (CW), dan Peletesan (P).

2.3 Prosedur Penelitian

Survei lokasi dilakukan untuk mengamati dan memilih area pengambilan data secara langsung di lapangan. Empat lokasi pengamatan yang ditetapkan adalah Stasiun Mangrove Trail (MT), Gendoh (G), Curah Wuluh (CW), dan Peletesan (P).

2.3.1 Prosedur Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan cara membuat transek di setiap lokasi stasiun yang di tentukan pada masing-masing lokasi stasiun, pada setiap pasokan terdapat lima plot berukuran 20×20 meter dengan menggunakan tali rafia. Pengukuran DBH *Diameter at Breast Height* dilakukan secara langsung menggunakan pita ukur yang di lingkarkan pada batang pohon mangrove setinggi 1,30 cm atau setinggi dada. Pengukuran tinggi pohon menggunakan pengukuran trigonometri sederhana dengan ketentuan jarak pengamat pada pohon sejauh 10 meter untuk mencari sudut elevasi pohon. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh data yang representatif mengenai serapan karbon dalam ekosistem mangrove untuk memastikan data yang akurat.

2.4 Analisis Data

Pendugaan biomassa dilakukan dengan metode (*non-destructive*) tanpa melakukan pemanenan, menggunakan pendekatan persamaan allometrik sesuai dengan spesies

mangrove dari sumber yang relevan, Setelah diketahui nilai biomassa kemudian dikonversikan kedalam bentuk karbon untuk mengetahui nilai serapan karbondioksida dan nilai jasa lingkungan pada Tegakan Pohon Hutan Mangrove Blok Jati Papak Taman Nasional Alas Purwo. Perhitungan rumus alometrik biomassa di sajikan pada tabel 2.1 mengacu pada sumber (Fourqurean *et al.*, 2019) dan (Krisnawati *et al.*, 2012).

Tabel 2.1 Rumus Alometrik Pohon Mangrove

NO	Spesies	Familli	Nama lokal	Rumus dengan variabel DBH dan Ketinggian
1	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	Rhizophoraceae	Tanjang	$B=0,0464*(D^{2*H})^{0,94275}$
2	<i>Bruguiera sexangula</i>	Rhizophoraceae	Tanjang	$B=0,0509*(D)^{2*H}$
3	<i>Ceriops tagal</i>	Rhizophoraceae	Tinggi	$B=0,0509*(D)^{2*H}$
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	Rhizophoraceae	Minyak	$B=0,0444*(D^{2*H})^{0,96842}$
5	<i>Rhizophora mucronata</i>	Rhizophoraceae	Tanjung	$B=0,0311*(D^{2*H})^{1,00741}$
6	<i>Avicennia officinalis</i>	Avicenniaceae	Api-API	$B=0,0509*(D)^{2*H}$
7	<i>Aegiceras floridum</i>	Myrsinaceae	Gedangan	$B=0,0509*(D)^{2*H}$
8	<i>Xylocarpus granatum.</i>	Meliaceae	Nyiri hutan	$B=0,0830*(D^{2*H})^{0,89806}$
9	<i>Xylocarpus molucensis</i>	Meliaceae	Nyiri	$B=0,0509*(D)^{2*H}$
10	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Combretaceae	Teruntum	$B=0,0214*(D^{2*H})^{1,05655}$
11	<i>Sonneratia alba</i>	Sonneratiaceae	Bogem	$B=0,0825*(D^{2*H})^{0,89966}$
12	<i>Excoecaria agallocha</i>	Euphorbiaceae	Bogem	$B=0,0509*(D)^{2*H}$

Keterangan: B = Biomassa, D = DBH Diameter at Breast High (1, 30 cm), H = Tinggi Pohon

Analisis karbon dalam bentuk biomassa pada setiap spesies mangrove menggunakan persamaan alometrik yang dikembangkan pada penelitian sebelumnya (Tabel 2.1).

2.4.1 Perhitungan karbon

Perhitungan karbon pohon atas permukaan tanah dihitung menggunakan rumus BSNI nomor 7724 (2011) (Purnawan, 2016)

$$\text{Cap} = \text{Bap} \times \% \text{C organik Cadangan}$$

Keterangan:

Cap = Karbon biomassa atas permukaan tanah (Kg)

Bap = Total biomassa di atas permukaan tanah (Kg)

Bbp = Total biomassa di bawah permukaan tanah (Kg)

% C organik = Nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47

2.4.2 Perhitungan Cadangan Karbon

Perhitungan cadangan karbon menggunakan persamaan karbon di akumulasikan dalam luasan per hektar menggunakan rumus BSNI nomor 7724 (2011) dan (Purnawan, 2016).

$$C_n = C_x / 1.000 \times 10.000 / L$$

Keterangan:

C_n = Kandungan Karbon

C_x = Total Karbon Seluruh (Kg)

L = Luas Pengamatan

2.4.2 Perhitungan Serapan Karbon

Serapan karbondioksida (CO_2) di estimasi dengan menggunakan rumus (Purnawan, 2016) sebagai berikut:

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

Keterangan :

CO_2 = Serapan Karbon (Ton/ha)

C_n = Kandungan Karbon Persatuan Luas (Ton/ha)

3,67 = Angka Ekuivalen

Konversinya = $(44:12) = 3,67$

2.4.3 Perhitungan Nilai Jasa Lingkungan

Nilai jasa lingkungan dari serapan CO_2 diperoleh dengan mengalikan nilai penyerapan CO_2 dengan harga karbon yang berlaku dikurangi dengan biaya transaksi. Harga karbon yang digunakan mengacu pada The World Bank (2011) (Purnawan, 2016). Harga bersih serapan karbondioksida sebesar US\$ 4,57 per ton. Nilai tukar rupiah terhadap dollar yaitu US\$1 adalah sebesar Rp 16.797 (Bank Indonesia, 2015).

$$NJL = HJC \times CO_2$$

Keterangan:

NJL = Nilai Jasa Lingkungan (Rp/ha)

HJC = Harga Jual Karbon (Rp/ton)

CO_2 = Serapan Karbon (Ton/ha)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, terdapat 8 spesies di lokasi stasiun mangrove trail dengan jumlah 236 individu, gendoh terdapat 9 spesies dengan jumlah 189 individu, curah wuluh 6 spesies dengan jumlah 128 individu, peletesan 8 spesies dengan jumlah 171 individu, yang memiliki total pada semua lokasi stasiun mencapai 724 individu yang di sajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jumlah Spesies Mangrove Yang di Temukan

Lokasi	Rzm	Rza	Cpt	Bgs	Bgz	Avo	Agf	Xym	Lzr	Sna	Exa	Total
Mangrove trail	26	23	149		15			3	1	11	8	236
Gendoh	37	36	101	1	4		1		1	7	1	189
Curah wuluh	33	47	33			4	1			10		128
Peletesan	43	32	85			2	1	1		3	4	171
Total Spesies	139	138	368	1	19	6	3	4	2	31	13	724
Rata-rata/spesies	35	34,5	92	1	10	3	1	2	1	8	4	

Keterangan: Rzm (*Rhizophora mucronata*), Rza (*Rhizophora apiculata*), Cpt (*Ceriops tagal*), Bgs (*Bruguiera sexangula*), Bgz (*Bruguiera gymnorrhiza*), Avo (*Avicennia officinalis*), Agf (*Aegiceras floridum*), Xym (*Xylocarpus molucensis*), Lzr (*Lumnitzera racemosa*), Sna (*Sonneratia alba*), Exa (*Excoecaria agallocha*)

Berdasarkan hasil perhitungan biomassa pohon mangrove untuk setiap jenis spesies memiliki nilai biomassa yang berbeda beda. Hasil penelitian menunjukan biomassa tertinggi terdapat pada *Sonneratia alba* dengan nilai 799,58 kg/pohon (Dmax) mencapai 41,72 cm, di sisi lain *Lumnitzera racemosa* memiliki biomassa terendah yaitu sebesar 64,99 kg/pohon (Dmax 18,15 cm). Memiliki rata rata (Dmax) 26,14 dan rata rata serapan mencapai 307,06 dan total mencapai 3.377,71 disajikan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Perhitungan Biomassa Spesies Mangrove

No	Jenis	Familly	Jumlah Individu	Biomaasa	Dmax
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	Rhizophoraceae	1	411,04	29,30
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	Rhizophoraceae	1	257,78	23,89
3	<i>Ceriops tagal</i>	Rhizophoraceae	1	167,39	21,34
4	<i>Bruguiera sexangula</i>	Rhizophoraceae	1	447,59	27,07
5	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Rhizophoraceae	1	153,66	27,07
6	<i>Avicennia officinalis</i>	Avicenniaceae	1	225,53	25,16
7	<i>Aegiceras floridum</i>	Myrsinaceae	1	111,56	15,61
8	<i>Xylocarpus molucensis</i>	Meliaceae	1	251,27	24,84
9	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Combretaceae	1	64,99	18,15
10	<i>Sonneratia alba</i>	Sonneratiaceae	1	799,58	41,72

11	<i>Excoecaria agallocha</i>	Euphorbiaceae	1	486,79	36,62
Jumlah			11	3377,71	
Rata-rata Serapan				307,06	26,43

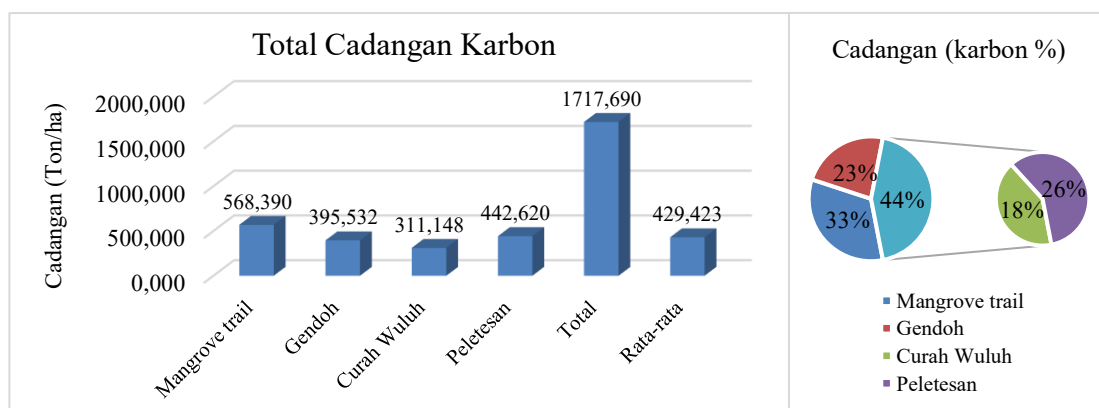
Keterangan: Dmax (Diameter Maksimum)

Tabel 3.3 Perhitungan Karbon Spesies Mangrove

No	Jenis	Familly	Jumlah individu	Serapan Karbon/jenis	Dmax
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	Rhizophoraceae	1	189,07	29,30
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	Rhizophoraceae	1	118,57	23,89
3	<i>Ceriops tagal</i>	Rhizophoraceae	1	78,92	21,34
4	<i>Bruguera sexangula</i>	Rhizophoraceae	1	205,89	27,07
5	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Rhizophoraceae	1	70,68	27,07
6	<i>Avicennia officinalis</i>	Avicenniaceae	1	103,74	25,16
7	<i>Aegiceras floridum</i>	Myrsinaceae	1	51,31	15,61
8	<i>Xylocarpus molucensis</i>	Meliaceae	1	115,58	24,84
9	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Combretaceae	1	29,89	18,15
10	<i>Soneratia alba</i>	Sonneratiaceae	1	367,80	41,72
11	<i>Excoecaria agallocha</i>	Euphorbiaceae	1	223,92	36,62
Total			11	1555,42	
Rata rata				247,11	26,43

Keterangan: Dmax (Diameter Maksimum)

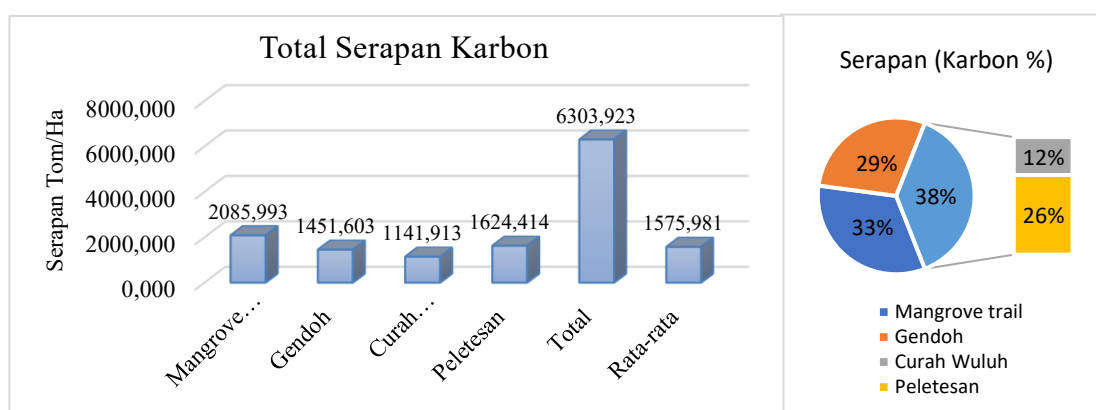
Berdasarkan hasil perhitungan karbon pohon mangrove untuk setiap jenis spesies memiliki nilai biomassa yang berbeda-beda. Hasil penelitian menunjukkan biomassa tertinggi terdapat pada *Soneratia alba* dengan nilai 367,809 kg/pohon (Dmax) mencapai 41,72 cm, di sisi lain *Lumnitzera racemosa* memiliki karbon terendah yaitu sebesar 29,89 kg/pohon (Dmax 18,15 cm). Memiliki rata rata (Dmax) 26,43 dan rata rata serapan mencapai 147,11 dan total mencapai 1555,42 disajikan pada Tabel 3.3



Keterangan: Mangrove Trail (stasiun 1), Gendoh (Stasiun 2), Curah Wuluh (Stasiun 3), Peletesan (Stasiun 4)

Gambar 3.1 Cadangan Karbon (Ton/ha)

Berdasarkan hasil perolehan perhitungan cadangan karbon pada gambar 3.1 diperoleh hasil yang berbeda-beda pada setiap lokasi stasiun, mangrove treal memperoleh nilai cadangan sebesar 568,390 ton/ha, gendoh 395,532 ton/ha, curah wuluh 311.148 ton/ha, peletesan 442,620 ton/ha. Perolehan cadangan karbon tertinggi terdapat pada lokasi mangrove trail dan perolehan cadangan karbon terendah terdapat pada lokasi curah wuluh, dengan jumlah total cadangan karbon mencapai 1.717,690 ton/ha dan rata rata mencapai 429,423 ton/ha pertahun. Stasiun mangrove trail memberikan kontribusi terbesar mencapai nilai 33% dari semua lokasi penelitian, sedangkan stasiun curah wuluh memiliki kontribusi terendah mencapai nilai 12% dari semua lokasi penelitian.



Keterangan: Mangrove Trail (Stasiun 1), Gendoh (Stasiun 2), Curah Wuluh (Stasiun 3), Peletesan (Stasiun 4)

Gambar 3.2 Serapan Karbon (Ton/ha)

Berdasarkan hasil perolehan perhitungan serapan karbon dapat di ketahui pada gambar 3.2 diperoleh hasil pada setiap lokasi stasiun berbeda. Stasiun mangrove treal menghasilkan serapan karbon 2.085,993 ton/ha, gendoh 1451,603 ton/ha, curah wuluh 1.141,913 ton/ha, peletesan 1.624,414 ton/ha. Perolehan serapan karbon tertinggi pada lokasi mangrove trail dan serapan karbon terendah terdapat pada lokasi curah wuluh, dengan total serapan karbon mencapai 6.303,923 ton/ha dan rata rata serapan mencapai 1.575,981 ton/ha pertahun. Stasiun mangrove trail memberikan kontribusi serapan karbon terbesar mencapai nilai 33%, sedangkan lokasi stasiun curah wuluhniliki kontribusi terendah mencapai nilai 12% dari semua lokasi penelitian.

Tabel 3.4 Nilai Jasa Lingkungan Serapan Karbon

No	Jasa Lingkungan Serapan CO ₂	
1	Mangrove trail	Rp. 350.384.224
2	Gendoh	Rp. 243.825.756
3	Curah Wuluh	Rp. 191.807.127
4	Peletesan	Rp. 272.852.820
Total		Rp. 1.058.869.927

Berdasarkan hasil perhitungan nilai jasa lingkungan pada serapan karbon CO₂ tersaji pada Tabel 3.4 diperoleh nilai hasil jasa lingkungan pada stiap lokasi setasiun, pada mangrove trail senilai Rp. 350.384.224 rupiah, gendoh Rp 243.825.756 rupiah, curah wuluh Rp. 191.807.127 rupiah, peletesan Rp. 272.852.820 rupiah. Perolehan perhitungan jasa lingkungan serapan karbon CO₂ tertinggi terdapat pada lokasi mangrove trail dan perolehan nilai jasa karbon CO₂ terendah pada lokasi curah wuluh. Dengan jumlah total perolehan harga nilai jasa lingkungan sebesar Rp. 1.058.869.927 setara dengan 1 miliar pertahun.

Tabel 3.5 Parameter Lingkungan

Lokasi	Stasiun	Suhu	pH tanah	Salinitas ppm	Rata-rata/Stasiun
Mangrove trail	1	30,2	5,78	39,2	
Gendoh	2	31,6	6,596	36	
Curah wuluh	3	29,8	6,02	36,2	
Peletesan	4	30,2	5,78	39,2	

Berdasarkan pada hasil perolehan pengukuran parameter lingkungan pada tabel 3.5 yang dilakukan pada semua transek lokasi stasiun memperoleh angka rata sebagai berikut, pada lokasimangrove trail diperoleh nilai suhu Air 30,2, pH tanah 5,78, Salinitas 39,2. Pada setasiun gendoh suhu air 30,2, pH tanah 5,78, Salinitas 36. Stasiun Curah wuluh suhu air 29,8, pH tanah 6,02, salinitas 36,2. Pada setasiun peletesan suhu air 30,2, pH tanah 5,78, salinitas 39,2.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Biomassa Pohon Mangrove

Ukuran DBH (*Diameter at Breast Height*) dan tinggi akan mempengaruhi biomassa antar spesies, ukuran DBH mangrove yang lebih besar akan menghasilkan

nilai biomassa yang lebih tinggi (Fourqurean *et al.*, 2019). Nilai biomassa akan dipengaruhi oleh kepadatan pada setiap jenis spesies mangrove (Rahman *et al.*, 2024). Spesies mangrove juga dapat memiliki nilai biomassa yang berbeda pada ukuran DBH yang sama di tiap jenis spesies mangrove, dikarenakan pada pohon mangrove memiliki nilai kepadatan yang berbeda beda, kepadatan spesies mangrove *S. alba* adalah $0,79 \text{ g/cm}^3$ (Handayani *et al.*, 2018). Jumlah kepadatan *Sonneratia Alba* merupakan yang paling besar dibandingkan dengan spesies lainnya, seperti *Lumnitzera racemosa* yang memiliki nilai $0,60 \text{ g/cm}^2$ (Fourqurean *et al.*, 2019). Semakin besar diameter pohon mangrove penyimpanan biomassa juga akan bertambah dan semakin besar seiring dengan serapan yang dihasilkan pohon (Diana, 2020). Biomassa merupakan hasil fotosintesis yang dilakukan tumbuhan seperti pohon mangrove yang terlokalisasi pada beberapa bagian dari akar pohon, batang, daun dan ranting pohon, sehingga kandungan biomassa pada suatu tegakan akan bertambah dengan seiring dengan pertumbuhan pohon mangrove (Alongi, 2014).

Berdasarkan hasil perhitungan penelitian yang sudah dilakukan variabel umur mangrove juga akan mempengaruhi kemampuan biomassa pohon mangrove dalam memproduksi biomassa. Umur mangrove yang lebih tua akan mempunyai biomassa lebih banyak produksi biomassa akan dominan naik, semakin tua mangrove, tajuk pohon akan semakin lebar, sehingga akan lebih banyak melalui proses fotosintesis (Prakoso *et al.*, 2018). Biomassa yang dihasilkan dalam penelitian ini yang sudah dilakukan dapat dikategorikan cukup baik (Siwi *et al.*, 2022), rata-rata umum biomassa yang diproduksi oleh hutan mangrove antara 62,9-398,8 ton/ha, sehingga biomassa yang ada pada kawasan konservasi Taman Nasional Alas Purwo Banyuwangi, bisa dikategorikan sedang dengan kemampuan serapan cukup baik. Nilai biomassa tidak hanya dapat dipengaruhi oleh, diameter batang dan kerapatan tetapi juga dapat dipengaruhi oleh jenis pohon, tinggi pohon, kesuburan tanah dan berat jenis kayu (Irvianty *et al.*, 2023).

3.2.2 Karbon Pohon mangrove

Kandungan karbon pada mangrove terdiri dari beberapa molekul mulai dari karbohidrat 26,20%, asam amino sebesar 2,97%, tanin 3,22%, lignin 3,38%, asam lemak 7,69%, triterpenoid 3,17% dan n-alkana 0,19% Rahman et al. 2023. Komponen karbon tersebut relatif memiliki nilai yang sama pada spesies mangrove sejati perbedaanya hanya terdapat pada rantai nalkana 26–31 n-alkana (C_nH_{2n+2}) (Rahman et al., 2024). Jika nilai biomassa suatu pohon tinggi maka akan memiliki nilai cadangan karbon yang tinggi, akan tetapi sebaliknya jika nilai biomassa suatu tegakan pohon mangrove rendah maka akan menghasilkan karbonnya juga rendah. Angka nilai cadangan karbon bisa dilihat dari biomassa pada tegakan yang ada pada lokasi penelitian (Irvianty et al., 2023). Setiap peningkatan biomassa pohon akan berbanding lurus terhadap peningkatan nilai cadangan karbon dan serapan karbon (Hamidun & Baderan, 2014). Nilai cadangan dan serapan karbon akan dipengaruhi terhadap beberapa faktor di antaranya kerapatan pohon (Irvianty et al., 2023). Keanekaragaman spesies dan berat jenis tanaman (Köhler et al., 2017). Selain faktor kerapatan, keanekaragaman cadangan karbon juga akan dipengaruhi oleh usia pohon mangrove, genetik dan kualitas lingkungan. Cadangan karbon mangrove akan semakin besar seiring dengan peningkatan usia pohon mangrove itu sendiri karena akan mengalami perubahan pada dimensi pohon, diameter dan tinggi terutama pada peningkatan diameter (Irvianty et al., 2023).

Penelitian cadangan karbon di segoro anak Taman Nasional Alas Purwo menunjukkan bahwasanya nilai cadangan karbon akan berkorelasi dengan diameter pohon dan kerapatan pohon mangrove (Damanik & Amru, 2022). Cadangan karbon mangrove akan mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya diameter pohon, bertambahnya diameter pohon akan semakin banyak karbon yang di serap maka akan semakin bertambah besar juga penyimpanan biomassa nya hasil dari konversi karbon, pada bagian batang merupakan salah satu tempat penyimpanan sebagian besar cadangan karbon hasil dari proses fotosintesis untuk pertumbuhan tanaman mangrove

(Dandy Aditya Permana *et al.*, 2022). Total simpanan karbon mengindikasikan seberapa banyak hutan mangrove Taman Nasional Alas Purwo dapat menyimpan karbon pada bagian tegakan pohon, simpanan karbon pada batang pohon mangrove biasanya tergolong tinggi karena sebanyak 46% biomasa atas suatu pohon adalah karbon (Komang *et al.*, 2024). Semua faktor yang dapat mempengaruhi tingginya nilai biomassa akan berpengaruh secara langsung terhadap cadangan karbon dan serapan karbon (Dandy Aditya Permana *et al.*, 2022). Serapan karbon merupakan salah satu kemampuan yang dimiliki mangrove dalam mengurangi karbon dalam atmosfer bumi, kemampuan yang dimiliki mangrove tersebut merupakan salah satu bentuk mitigasi secara alami yang berkontribusi dalam penurunan pemanasan global yang dilakukan oleh tumbuhan mangrove (Prakoso *et al.*, 2018).

3.2.3 Nilai Jasa Lingkungan

Nilai jasa lingkungan merupakan sebuah gambaran manfaat ekosistem lingkungan hidup bagi manusia dan keberlangsungan kehidupan di antaranya mencakup ketersediaan sumber daya alam, pengaturan alam dan lingkungan hidup, penyokong proses alam, dan pelestarian nilai budaya (Pemerintah RI, 2017). Jasa lingkungan yang penting di antaranya merupakan dalam bentuk penyimpanan cadangan karbon dan penghasil oksigen, kedua hal tersebut terjadi ketika peristiwa yang saling terkait dalam proses fotosintesis yang melibatkan penyerapan karbon dioksida di udara yang kemudian diubah menjadi karbohidrat dan oksigen. Penyerapan dan penyimpanan karbon di udara menjadi penting apabila dilihat dari korelasi dengan pengurangan emisi karbon di udara yang akan berdampak pada peningkatan kadar produksi oksigen di udara (Sasongko *et al.*, 2022). Penelitian perhitungan jasa serapan karbon pernah dilakukan pada spesies *Tectona grandis* Linn. f di lokasi Unggul Nusantara Di Kebun Percobaan Cogreg, Kecamatan Ciseeng, Kabupaten Bogor, jika merujuk pada nilai hitung kurs dari CNBC Indonesia pada tanggal 30 Mei 2022 pukul 16.19 WIB, € 1 setara dengan Rp15.663,33 (CNBC Indonesia 2022), dengan total perolehan berkisar Rp7.177.957.723,7329. Berdasarkan perhitungan tersebut, nilai ekonomi penyimpanan karbon yang hilang

mendekati nilai Rp 7,2 miliar (Sasongko *et al.*, 2022). Perhitungan terkait nilai jasa karbon pernah dilakukan pada wilayah Hutan Rawa Gambut Merang Kepayang, Propinsi Sumatera Selatan mencapai nilai total kandungan karbon kawasan HRGMK adalah 397.969.594,50 ton CO₂ ekivalen atau 2.879,664 CO₂ ekivalen per hektar. Dengan mengacu pada harga karbon Ulu Masen, maka nilai ekonomi karbon HRGMK adalah US\$ 1.591.878.378,00 atau Rp. 14.002.162.211.645,00, sedangkan nilai karbon HRGMK per hektar adalah US\$ 11.518,65686 atau Rp. 104.819.777,40 (Ulya *et al.*, 2015). Perolehan nilai ekonomi jasa lingkungan lebih besar bila dibandingkan dengan nilai harga jual kayu konvensional. Nilai ekonomi jasa lingkungan dapat terus bertambah bila diperhitungkan faktor-faktor lain seperti penghasil oksigen dan pengatur tata air.

3.2.4 Hubungan Faktor Lingkungan dan Mangrove

Menurut pendapat Winarso (2005) nilai pH untuk kawasan mangrove yang sangat produktif untuk pertumbuhan mangrove berkisar 8 - 9. Menurut Utami & Handayani (2003) eskalasi pH dapat meningkatkan bahan organik melalui optimalisasi C-organik yang memperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologi tanah serta mendukung aktivitas mikroorganisme dalam dekomposisi penyediaan unsur hara. Nilai salinitas berkisar 35 – 40 ppm yang mempunyai rata 36-39 menurut Keliat *et al.* (2021), yang menyatakan bahwa mangrove dapat tumbuh dan mampu bertahan hidup di daerah salinitas yang tinggi dan rendah. Perbedaan salinitas pada tiap stasiun mungkin tidak akan berpengaruh cukup besar untuk mempengaruhi kandungan biomassa dan karbon pada tegakan atas hutan mangrove, perbedaan tersebut terjadi karena pada bulan desember 2024 terjadi musim curah hujan yang cukup sering sehingga dapat mempengaruhi perolehan nilai salinitas. Sesuai dengan Kaur *et al* (2016) yang menyebutkan bahwa curah hujan mempengaruhi nilai salinitas pada suatu perairan, semakin tinggi tingkat curah hujan di daerah tersebut, maka salinitasnya akan berkurang dan sebaliknya, dikarenakan terjadinya pengenceran oleh air hujan. Nilai suhu pada riset kali ini berkisar 28 – 32 °C dengan rata suhu 29 – 30 °C. Artinya, nilai suhu di setiap stasiun penelitian masih dalam kategori mendekati normal untuk mangrove dapat tumbuh.

Sesuai dengan Ellison & Stoddart (1990), mangrove bisa tumbuh pada perairan dengan suhu batas rata-rata 26-28 °C. Suhu perairan yang berbeda-beda pada setiap lokasi diduga terjadi karena tempat waktu pengambilan data berbeda-beda pada setiap stasiunnya. Hal ini sesuai pendapat Rahim & Baderan (2019) bahwa umumnya pH tanah mangrove berkisar antara 6-7 satuan pH. Salinitas pada lokasi penelitian berkisar antara 29-30 ppt, kisaran salinitas ini masih dapat mendukung pertumbuhan mangrove. Hal ini sesuai pendapat Rahim & Baderan (2019) bahwa salinitas optimum yang dibutuhkan untuk tumbuh berkisar antara 10-30 ppt. Kemudian dilanjutkan oleh pendapat Noor *et al* (2006) berbagai jenis mangrove mengatasi kadar salinitas dengan cara yang berbeda-beda, dimana beberapa diantaranya secara selektif mampu menghindari penyerapan. Menurut Andriani *et al.* (2017), secara umum mangrove cukup tahan terhadap berbagai gangguan dan tekanan lingkungan. Namun demikian, permasalahan utama tentang pengaruh atau tekanan terhadap habitat mangrove berasal dari keinginan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Hutan Mangrove Taman Nasional Alas Purwo memiliki nilai serapan karbon mencapai 16.898,05 ton/ha pertahun. Hutan Mangrove Taman Nasional Alas Purwo memiliki nilai jasa lingkungan sebesar Rp. 1.128.232,11 setara dengan 1,1 miliar pertahun.

4.2 Saran

Lakukan penelitian longitudinal untuk memantau perubahan biomassa, karbon, dan jasa ekosistem lainnya pada setiap stasiun secara berkala. Hal ini penting untuk memahami pola regenerasi mangrove, efek perubahan iklim, dan dinamika lingkungan dalam jangka panjang. Selain serapan karbon, penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi jasa ekosistem lainnya, seperti perlindungan garis pantai, habitat perikanan, dan potensi wisata berbasis mangrove, untuk memberikan valuasi ekonomi yang lebih luas terhadap keberadaan ekosistem mangrove.

5. REFERENSI

- Alongi, D. M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual Review of Marine Science*, 6, 195–219.
- Andriani, I., Mey, D., & Saleh, F. (2017). Mapping of Mangrove Forests Using Index Transformation Analysis in the Rawa Aopa Watumohai National Park Area, Southeast Sulawesi Province. *Journal Geografi Aplikasi Dan Teknologi*, 1(2), 45–52.
- Bank Indonesia. (2015). *2015 Economic Report on Indonesia*.
- Damanik, M., & Amru, K. (2022). Carbon stocks potential and economic value valuation of carbon stocks in Ebony stand. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 12(4), 696–705.
- Dandy Aditya Permana, Nirmalasari Idha Wijaya, & Mahmiah. (2022). Estimasi Cadangan Karbon dan Serapan Karbondioksida Biomassa Tegakan Mangrove di Gunung Anyar, Surabaya. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 4(2), 97–110.
- Diana, R. (2020). *Cadangan Karbon Pesisir* (R. Diana (ed.); R. Diana). Mulawarman University PREES Gedung LP2M Universitas mulawarman.
- Ellison, J. C., & Stoddart, D. R. (1990). Mangrove Ecosystem Collapse During Predicted Sea-Level Rise: Holocene Analogues and Implications. *Department of Geography University of California at Berkeley Berkeley, CA 94720, U.S.A.*, 7(1), 151–165.
- Fourqurean, J., Johnson, B., Kauffman, J. B., Kennedy, H., Lovelock, C., Megonigal, J. P., Rahman, A. (Faiz), Saintilan, N., & Simard, M. (2019). *Coastal Blue Carbon: methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrass meadows* (J. Howard, S. Hoyt, K. Isensee, E. Pidgeon, & M. Telszewski (eds.)). CIFOR-ICRAF.
- Hamidun, M. S., & Baderan, D. W. K. (2014). *Habitat, Niche, dan Jasa Lingkungan Penyusun Utama Vegetasi Kawasan Hutan Nantu-Boliyotuyo*. 1–43.
- Handayani, T., Kusmana, N., & Kurniawan, H. (2018). Respon dan seleksi tanaman kentang terhadap kekeringan. *Jurnal Hortikultura*, 28(2).
- Irvianty, Siregar, Z., & Defira, C. N. (2023). Biomassa, Potensi Cadangan Karbon dan Serapan Karbon Pada Hutan Kota. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 12(2), 439–445.
- Kaur, P., Singh, B., Singh Bal, B., Kaur, I., & Brar, V. (2016). Central Corneal Thickness in Type 2 Diabetic Patients and its Correlation with Duration , Hba1c Levels and Severity of Retinopathy. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)* e-ISSN, 15(6), 91–94.
- Keliat, R. N., Susilo, H., & Sri Hastuti, U. (2021). Metacognitive Awareness Profile of Students in Indonesia: Initial Study on the Development of Biology Learning Models to Support

- Improvement of Metacognitive Skills. *Hong Kong Journal of Social Sciences*, 57(January 2022), 45–56.
- Kim, C. L., Agampodi, S., Marks, F., Kim, J. H., & Excler, J. L. (2023). Mitigating the effects of climate change on human health with vaccines and vaccinations. *Frontiers in Public Health*, 11, 1–16.
- Köhler, P., Nehrbass-Ahles, C., Schmitt, J., Stocker, T. F., & Fischer, H. (2017). Continuous record of the atmospheric greenhouse gas carbon dioxide (CO₂), final spline-smoothed data of calculated radiative forcing (Version 2). In *In supplement to: Köhler, P et al. (2017): A 156 kyr smoothed history of the atmospheric greenhouse gases CO₂, CH₄, and N₂O and their radiative forcing. Earth System Science Data*, 9(1), 363–387,
- Komang, N., Wulandari, P., Ernawati, N. M., Luh, N., Rai, G., & Saraswati, A. (2024). *Estimasi Total Simpanan Karbon Hutan Mangrove Teluk Gilimanuk*, Bali. 13(3), 424–436.
- Krisnawati, H., Adinugroho, W. C., & Imanuddin, R. (2012). *Monograf pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia CO*.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (2006). *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. Ditjen PHKA.
- Pemerintah RI. (2017). PP No. 46 Tahun 2017 tentang Instrumen Ekonomi Lingkungan Hidup [JDIH BPK RI]. *Instrumen Ekonomi Lingkungan Hidup*, 1–113.
- Prakoso, T. B., Afiati, N., & Suprpto, D. (2018). Biomassa Kandungan Karbon Dan Serapan Co₂ Pada Tegakan Mangrove Di Kawasan Konservasi Mangrove Bedono, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (Maquares)*, 6(2), 156–163.
- Priyanto, M., Toiba, H., & Hartono, R. (2021). Strategi Adaptasi Perubahan Iklim: Faktor yang Mempengaruhi dan Manfaat Penerapannya. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 5(4), 1169–1178.
- Purnawan, E. I. (2016). Teknik Estimasi Cadangan Karbon Serapan Karbondioksida & Produksi Oksigen Hutan Alam Dipterocarpa. In *Palangka Raya, Kalimantan Tengah 2016*.
- Purnomo, D. W., Prasetyo, L. B., Widyatmoko, D., Rushayati, S. B., Usyadi, D., Wati, R. K., & Solihah, M. S. (2023). Kemampuan Penyerapan Karbon Dioksida Dan Karakter Stomata Pada Pohon-Pohon Asli Dataran Rendah Tropis. *Buletin Kebun Raya*, 26(2), 84–96.
- Rahim, S., & Baderan, D. W. K. (2019). Komposisi Jenis, Struktur Komunitas, dan Keanekaragaman Mangrove Asosiasi Langge Kabupaten Gorontalo Utara-Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 181.
- Rahman, R., Tuahatu, J. W., & Tuhehay, C. (2024). Blue Carbon Potential of Mangrove Ecosystem on the Coast of Negeri Waai, Central Maluku Regency. *Jurnal Ilmu*

Kehutanan, 18(1), 7–15.

- Sasongko, D. A., Cita, K. D., Rusli, A. R., & Supriono, B. (2022). Kehilangan Karbon dan Oksigen pada Pemanenan Jati (*Tectona grandis* Linn. f) Unggul Nusantara di Kebun Percobaan Cogreg, Kecamatan Ciseeng, Kabupaten Bogor. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(1), 72–77.
- Siwi, L. O., Basrudin, B., Kandari, A. M., Kahirun, K., Hidayat, H., & Irsan, M. (2022). Analisis Kemampuan Serapan CO₂ dan Simpanan Karbon Pada Hutan Mangrove Di Desa Parida Kecamatan Lasalepa Kabupaten Muna. *BioWallacea : Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, 9(2), 112.
- Ulpodry, T. Z., Suganda, A., Agussalim, A., Aryawati, R., & Absori, A. (2020). Estimasi Serapan Karbon Mangrove Melalui Proses Fotosintesis Di Taman Nasional Berbak-Sembilang. *Jurnal Kelautan Nasional*, 15(2).
- Ulya, N. A., Warsito, S. P., Andayani, W., Penelitian, B., Palembang, K., Kol, J., Km, H. B., Kayu, P., Kehutanan, F., Mada, U. G., Geografi, F., & Mada, U. G. (2015). (Economic Value of Carbon of Merang Kepayang Peat Swamp Forest , South Sumatera Province) Program Doktorat Program Studi Ilmu Kehutanan , Universitas Gadjah Mada , Penulis korespondensi . No Tel / Fax : 0711-414864 . Email : nur_arifa@yahoo.com . Disetu. *Manusia Dan Lingkungan*, 22(1), 52–58.
- Utami, S. N. H., & Handayani, S. (2003). Sifat Kimia Entisol Pada Sistem Pertanian Organik. *Ilmu Pertanian*, 10(2), 63–69.
- Winarso, S. (2005). *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah* (Edisi pert). Gava Media.
- Yuniasih, B., Harahap, W. N., & Wardana, D. A. S. (2022). Anomali Iklim El Nino dan La Nina di Indonesia pada 2013-2022. *AGROISTA : Jurnal Agroteknologi*, 6(2), 136–143.