

BIOMASSA DAN DUGAAN CADANGAN KARBON DARI SEMAI MERANTI MERAH (*Shorea montigena*) DI DESA HONITETU KECAMATAN INAMOSOL KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT

BIOMASS AND ESTIMATED CARBON STOCK OF RED MERANTI (*Shorea montigena*) SEEDLINGS IN HONITETU VILLAGE, INAMOSOL DISTRICT, WEST SERAM REGENCY

Tjepy Talapessy¹, Johan M. Matinahoru^{2*}, Ludia Siahaya³

^{1,2,3} Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Ambon

Jalan. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka – Ambon, 97233. Indonesia

*Email Korespondensi: johanmatinahoru@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan iklim global menekankan pentingnya kajian cadangan karbon pada ekosistem hutan tropis. Penelitian ini bertujuan menghitung biomassa dan cadangan karbon semai *Shorea montigena* (Meranti Merah) serta menganalisis pengaruh faktor lingkungan terhadap biomasnya di Desa Honitetu, Kecamatan Inamosol, Kabupaten Seram Bagian Barat. Sebanyak 30 individu semai dianalisis menggunakan metode destruktif dengan pengelompokan enam kelas tinggi. Biomassa dihitung berdasarkan berat kering total, sedangkan cadangan karbon diestimasi menggunakan fraksi 0,47 sesuai SNI 7724:2019. Hasil menunjukkan biomassa semai berkisar 7,00–61,90 g dan cadangan karbon 3,29–29,09 g per individu. Analisis regresi sederhana mengonfirmasi bahwa sekitar 47% biomassa kering tersusun atas karbon ($R^2 = 1,00$). Faktor lingkungan secara simultan berpengaruh signifikan terhadap biomassa ($R^2 = 0,952$), dengan intensitas cahaya sebagai faktor dominan positif, pH tanah berpengaruh negatif signifikan, suhu negatif mendekati signifikan, dan kelembaban tanah tidak signifikan. Temuan ini memberikan data dasar potensi cadangan karbon pada fase regenerasi alami *S. montigena* sebagai landasan pengelolaan hutan berkelanjutan dan strategi mitigasi perubahan iklim di Maluku..

Kata kunci: Biomassa, Cadangan Karbon, Faktor Lingkungan, *Shorea montigena*, Hutan Tropis

ABSTRACT

Global climate change highlights the importance of carbon stock assessments in tropical forest ecosystems. This study aimed to quantify the biomass and carbon stock of *Shorea montigena* (Red Meranti) seedlings and to analyze the influence of environmental factors on seedling biomass in Honitetu Village, Inamosol District, West Seram Regency. A destructive method was applied to 30 seedlings classified into six height classes. Biomass was determined from total dry weight, and carbon stock was estimated using a conversion factor of 0.47 in accordance with SNI 7724:2019. Results showed seedling biomass ranged from 7.00 to 61.90 g, while carbon stock ranged from 3.29 to 29.09 g per individual. Simple regression confirmed that approximately 47% of dry biomass consists of carbon ($R^2 = 1.00$). Environmental factors simultaneously exerted a significant effect on biomass ($R^2 = 0.952$), with light intensity as the dominant positive factor, soil pH showing a significant negative effect, temperature a near-significant negative effect, and soil moisture not significant. These findings provide baseline data on carbon stock potential during the natural regeneration phase of *S. montigena*, serving as a scientific foundation for sustainable forest management and climate change mitigation strategies in Maluku's tropical forests.

Keywords: Biomass, Carbon Stock, Environmental Factors, *Shorea montigena*, Tropical Forests

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu permasalahan global yang semakin krusial karena implikasinya yang bersifat multidimensional terhadap sistem ekologi, sosial, dan ekonomi.

Fenomena ini ditandai oleh peningkatan suhu rata-rata global, perubahan pola presipitasi, serta meningkatnya intensitas dan frekuensi kejadian iklim ekstrem. Kondisi tersebut berkorelasi erat dengan meningkatnya konsentrasi karbon dioksida (CO₂) di atmosfer yang sebagian besar disebabkan oleh aktivitas antropogenik, seperti pembakaran bahan bakar fosil, ekspansi industri, dan deforestasi. Aktivitas tersebut berkontribusi terhadap penguatan efek rumah kaca yang pada akhirnya mempercepat terjadinya pemanasan global. Dalam konteks ini, upaya pengendalian konsentrasi gas rumah kaca menjadi salah satu strategi utama dalam mitigasi perubahan iklim (Ningsih, 2024).

Salah satu komponen ekosistem yang memiliki peran penting dalam proses mitigasi perubahan iklim adalah hutan. Ekosistem hutan berfungsi sebagai *carbon sink*, yaitu penyerap karbon melalui proses fotosintesis yang dilakukan oleh vegetasi. Melalui proses tersebut, karbon dioksida dari atmosfer diasimilasi dan diubah menjadi senyawa organik yang tersimpan dalam bentuk biomassa pada berbagai komponen vegetasi, seperti batang, daun, cabang, dan akar, serta dalam Cadangan Karbon tanah. Dengan kemampuan tersebut, ekosistem hutan, khususnya hutan tropis, memiliki peran strategis dalam menjaga keseimbangan siklus karbon global. Oleh karena itu, keberlanjutan dan pengelolaan vegetasi hutan yang optimal menjadi aspek penting dalam upaya meningkatkan kapasitas penyerapan karbon sekaligus menekan akumulasi gas rumah kaca di atmosfer (Ningsih, 2024).

Indonesia sebagai negara yang memiliki kawasan hutan tropis yang luas menyimpan potensi besar dalam menyerap dan menyimpan karbon. Hutan tropis dikenal memiliki tingkat produktivitas primer yang tinggi sehingga mampu menghasilkan dan menyimpan biomassa dalam jumlah besar. Namun demikian, tekanan terhadap kawasan hutan akibat berbagai aktivitas manusia, seperti konversi lahan, eksploitasi sumber daya hutan, serta degradasi ekosistem, dapat menurunkan kapasitas hutan dalam menyimpan karbon. Oleh karena itu, pengukuran biomassa dan estimasi Cadangan Karbon menjadi aspek penting dalam mendukung pengelolaan hutan yang berkelanjutan serta sebagai dasar ilmiah dalam perumusan strategi mitigasi perubahan iklim (Ngasim, 2025).

Biomassa dalam ekosistem hutan umumnya diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu biomassa di atas permukaan tanah (*aboveground biomass*) dan biomassa di bawah permukaan tanah (*belowground biomass*). Biomassa di atas permukaan tanah mencakup komponen vegetasi seperti batang, cabang, ranting, daun, serta tumbuhan bawah dan nekromassa, sedangkan biomassa di bawah permukaan tanah meliputi sistem perakaran. Pembagian ini penting karena masing-masing komponen memiliki kontribusi yang berbeda terhadap total Cadangan Karbon serta mempengaruhi dinamika siklus karbon dalam suatu ekosistem hutan (Ulfah, 2018).

Dalam kajian kehutanan, biomassa diartikan sebagai total massa bahan organik hidup yang terdapat dalam suatu ekosistem atau satuan luas tertentu yang meliputi seluruh komponen vegetasi, seperti pohon, semai, tumbuhan bawah, serta komponen vegetasi lainnya. Biomassa umumnya

dinyatakan dalam satuan berat kering (ton/ha). Biomassa memiliki hubungan yang sangat erat dengan kandungan karbon karena sekitar 40–50% dari biomassa kering tumbuhan tersusun atas unsur karbon yang terbentuk melalui proses fotosintesis. Dengan demikian, semakin besar biomassa suatu tegakan, maka semakin besar pula Cadangan Karbon yang tersimpan di dalamnya. Oleh sebab itu, pendugaan biomassa sering digunakan sebagai pendekatan utama dalam estimasi Cadangan Karbon pada ekosistem hutan (Irvianty *et al.*, 2023).

Salah satu kelompok vegetasi hutan tropis yang memiliki kontribusi besar terhadap akumulasi biomassa dan Cadangan Karbon adalah jenis-jenis dari famili Dipterocarpaceae. Kelompok ini dikenal sebagai penyusun utama hutan hujan tropis di kawasan Asia Tenggara. Meranti Merah merupakan salah satu kelompok jenis dari genus *Shorea* yang termasuk dalam famili Dipterocarpaceae. Jenis ini memiliki karakteristik pohon berukuran besar, batang lurus, serta kanopi yang tinggi. Salah satu spesiesnya adalah *Shorea montigena* yang penyebarannya meliputi wilayah Sulawesi dan Maluku (Alviana *et al.*, 2023).

Secara ekologis, Meranti Merah berperan penting dalam pembentukan struktur tajuk hutan, menjaga stabilitas iklim mikro, meningkatkan kesuburan tanah melalui siklus serasah, serta menyediakan habitat bagi berbagai jenis fauna. Selain itu, secara ekonomis kayu Meranti Merah memiliki nilai komersial yang tinggi karena kualitasnya yang baik untuk bahan konstruksi, meubel, dan berbagai kebutuhan bangunan. Dalam dinamika ekosistem hutan tropis, jenis-jenis Dipterocarpaceae juga dikenal memiliki kemampuan pertumbuhan yang relatif baik serta kapasitas akumulasi biomassa yang tinggi, sehingga memberikan kontribusi signifikan terhadap Cadangan Karbon terutama pada biomassa di atas permukaan tanah. (Zulkarnain, 2025).

Desa Honitetu yang terletak di Kecamatan Inamosol, Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku. Secara geografis, desa ini berada pada wilayah pegunungan di Pulau Seram bagian barat dengan koordinat sekitar 3°16'47" LS dan 128°28'30" BT. Wilayah tersebut berada pada ketinggian sekitar 395–583 meter di atas permukaan laut yang menunjukkan karakteristik topografi berbukit hingga pegunungan. Kondisi fisiografis ini umumnya ditutupi oleh hutan tropis basah yang masih relatif alami dan didominasi oleh jenis-jenis Dipterocarpaceae, termasuk Meranti Merah (*Shorea montigena*), yang merupakan spesies penting dalam ekosistem hutan hujan tropis di wilayah Maluku (Laiuluy, 2023).

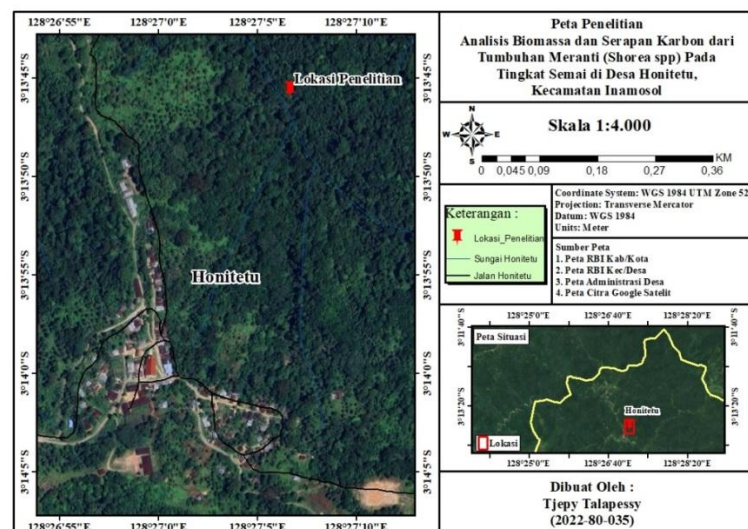
Penelitian mengenai biomassa dan Cadangan Karbon pada jenis Dipterocarpaceae di Desa Honitetu, Kecamatan Inamosol, Kabupaten Seram Bagian Barat, khususnya pada spesies Meranti Merah (*Shorea montigena*), masih jarang dilakukan, sehingga informasi ilmiah mengenai potensi Cadangan Karbon pada fase semai di daerah ini masih terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian mengenai biomassa dan dugaan Cadangan Karbon pada semai Meranti Merah (*Shorea montigena*) menjadi penting untuk dilakukan. Kajian ini bertujuan untuk memperoleh data ilmiah

mengenai kontribusi fase semai terhadap akumulasi biomassa dan Cadangan Karbon dalam ekosistem hutan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar bagi perencanaan dan pengelolaan hutan yang berkelanjutan, sekaligus mendukung strategi mitigasi perubahan iklim melalui konservasi dan pengelolaan hutan tropis secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai biomassa dan dugaan cadangan karbon pada semai meranti merah (*Shorea montigena*) telah dilaksanakan di kawasan hutan alam Desa Honitetu, Kecamatan Inamosol, Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku. Pelaksanaan penelitian dilakukan selama satu bulan, yaitu pada bulan April 2026.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

Tabel 1. Alat Penelitian

No.	Nama Alat	Kegunaan
1	Timbangan Analitik	Menimbang Berat Basah dan Berat Kering
2	Pita Ukur	Mengukur Tinggi Semai
3	Parang	Merintis Jalan
4	Alat Tulis Menulis	Menulis Data Lapangan
5	Kamera	Dokumentasi
6	Digital 4 in 1 Soil AMT-300 Meter	Mengukur pH Tanah
7	Lux Meter	Mengukur Intensitas Cahaya
8	Tally Sheet	Mencatat Data di Lapangan
9	Gunting	Memotong Sampel
10	Jangka Sorong	Mengukur Diameter Sampel
11	Oven Pengerang	Mengeringkan Sampel

12	Soil Meter	Mengukur Kelembaban Tanah
13	Thermometer	Mengukur Suhu
14	Microsoft Excel 2010	Mengolah dan menyajikan data penelitian.
15	Minitab 19	Menganalisis regresi

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

Tabel 2. Bahan Penelitian

No.	Nama Bahan	Kegunaan
1	Semai Meranti Merah (<i>Shorea montigena</i>)	Sampel Penelitian
2	Plastik Sampel	Mengisi Sampel
3	Kertas Label	Menulis Identitas Sampel

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode destruktif (pemanenan) dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Tujuannya untuk memperoleh nilai biomassa aktual tanaman Meranti Merah (*Shorea montigena*) pada tingkat semai. Metode destruktif merupakan metode pengukuran biomassa yang dilakukan dengan cara memanen atau menebang secara langsung individu tanaman yang menjadi sampel penelitian, kemudian seluruh bagian tanaman seperti akar, batang, dan daun dipisahkan untuk selanjutnya dikeringkan hingga mencapai berat konstan dan ditimbang guna memperoleh berat kering masing-masing (Souwakil *et al.*, 2025). Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan untuk menghasilkan gambaran yang terukur dan objektif mengenai besaran biomassa berdasarkan data numerik hasil pengukuran lapangan dan laboratorium.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan Penelitian di Lapangan

1. Inventarisasi lokasi untuk menentukan area yang memiliki populasi semai Meranti.
2. Identifikasi dan seleksi semai berdasarkan kriteria ukuran.
3. Pengukuran tinggi semai dari pangkal batang hingga titik tumbuh.
4. Pemanenan semai secara utuh hingga bagian akar.
5. Pemisahan organ tanaman menjadi:
 - Biomassa atas permukaan tanah (batang dan daun)
 - Biomassa bawah permukaan tanah (akar)
6. Penimbangan berat basah (BB) setiap bagian tanaman di lapangan.

Dalam penelitian ini, jumlah sampel yang digunakan sebanyak 30 individu semai yang dipilih secara purposive berdasarkan kriteria kelas tinggi yang telah ditentukan.

Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium

1. Pembersihan sampel, khususnya bagian akar dari sisa tanah.
2. Pengeringan sampel dalam oven pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai berat konstan. Seluruh sampel yang telah dipisahkan menjadi biomassa atas dan bawah dikeringkan di dalam oven pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam atau hingga mencapai berat konstan.
3. Penimbangan berat kering (BK) sebagai dasar perhitungan biomassa.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang dilakukan dengan memilih responden atau objek yang memenuhi kriteria tertentu sesuai dengan tujuan penelitian. Teknik ini digunakan ketika peneliti ingin memastikan bahwa hanya individu atau kelompok atau objek tertentu yang relevan dengan penelitian yang menjadi bagian dari sampel (Firdaus Jeka *et al.*, 2023).

Dalam penelitian ini, kriteria yang digunakan adalah tingkat semai, yaitu individu meranti dengan tinggi ≤ 150 cm.

Tabel 1. Kriteria Kelas Tinggi Sampel Semai Meranti Merah (*Shorea montigena*)

Kelas Tinggi (cm)	Jumlah Sampel
< 25	5
25 – 50	5
50 – 75	5
75 – 100	5
100 – 125	5
125 – 150	5
Total Sampel	30

Parameter Penelitian

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi :

1. Tinggi semai (cm)
2. Biomassa atas permukaan tanah (g)
3. Biomassa bawah permukaan tanah (g)
4. Biomassa total (g)
5. Cadangan Karbon (g C)
6. Faktor Lingkungan

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Perhitungan Berat Kering Total

Perhitungan berat kering total dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$BKT = \text{Batas} + \text{Bbawah}$$

Keterangan :

- B_{kt} : Berat Kering Total (g)
- B_a : Berat kering bagian atas tanaman meliputi batang dan daun (g)
- B_b : Berat kering bagian bawah tanaman meliputi (g)

b. Perhitungan Biomassa Total

Berdasarkan SNI 7724:2019, biomassa total semai diperoleh dari penjumlahan berat kering bagian atas (*above ground biomass*) dan berat kering bagian bawah (*below ground biomass*). Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$W = BK_{Atas} + BK_{Bawah}$$

Keterangan:

- W : Biomassa Total (g)
- BK_{Atas} : Berat Kering Bagian Atas (g)
- BK_{Bawah} : Berat Kering Bagian Bawah (g)

c. Perhitungan Cadangan Karbon

Mengacu pada SNI 7724:2019, kandungan karbon dalam biomassa dihitung menggunakan nilai fraksi karbon sebesar 0,47 dari total biomassa kering. Perhitungan Cadangan Karbon dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$C = W \times 0,47$$

Keterangan:

- C : Cadangan Karbon (kg/ton)
- W : Biomassa Kering Total (kg/ton)
- 0,47 : Fraksi Karbon Biomassa

d. Analisis Hubungan Biomassa dan Dugaan Cadangan Karbon

Hubungan antara biomassa dan dugaan cadangan karbon semai meranti merah (*Shorea montigena*) dianalisis menggunakan regresi linier sederhana. Analisis ini digunakan untuk mengetahui hubungan fungsional antara biomassa sebagai variabel bebas (X) dan cadangan karbon sebagai variabel terikat (Y), serta untuk memperoleh model matematis yang dapat digunakan dalam pendugaan cadangan karbon.

Model regresi linier sederhana yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

- Y : Cadangan karbon (g)
- X : Biomassa total (g)

a : Konstanta (intersep)

b : Koefisien regresi

e. Perhitungan Hubungan antara Biomassa dan Dugaan Cadangan Karbon dengan Faktor Lingkungan

Hubungan antara biomassa dan dugaan Cadangan Karbon dengan faktor lingkungan dianalisis menggunakan metode regresi linier berganda. Analisis ini digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh masing-masing faktor lingkungan terhadap biomassa dan Cadangan Karbon, baik secara parsial maupun simultan. Model regresi linier berganda yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n + e$$

Keterangan:

Y : Variabel terikat (Biomassa)

a : Konstanta (*intercept*), yaitu nilai Y ketika seluruh variabel X bernilai nol

$b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$: Koefisien regresi masing-masing variabel bebas

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$: Variabel bebas (suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan pH tanah)

e : Galat (error) atau residual

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Biomassa Dan Cadangan Karbon Dari Semai Meranti Merah (*Shorea Montigena*)

Pertumbuhan dan Perkembangan Semai Meranti Merah (*Shorea montigena*)

Untuk menggambarkan karakteristik awal pertumbuhan semai Meranti Merah (*Shorea montigena*), dilakukan pengukuran terhadap tinggi tanaman, diameter batang, serta berat basah yang meliputi bagian atas (batang dan daun) dan bagian bawah (akar). Parameter-parameter ini digunakan untuk melihat pola pertumbuhan awal tanaman.

Table 4. Karakteristik Tinggi, Diameter, dan Berat Basah Semai Meranti Merah (*Shorea montigena*)

No	Kelas Tinggi	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	BB Atas (g)	BB Bawah (g)	BB Total (g)
< 25 cm						
1		17	1,2	8,89	6,67	15,56
2		18	1,2	9,33	7,11	16,44
3		19	1,3	9,56	7,33	16,89
4		20	1,3	10	7,78	17,78
5		23	1,4	11,11	8,44	19,55
25 - 50 cm						
1		26	1,5	13,33	10	23,33
2		33	1,6	17,78	13,33	31,11
3		46	1,8	23,33	16,67	40

No	Kelas Tinggi	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	BB Atas (g)	BB Bawah (g)	BB Total (g)
4		47	1,9	24,44	17,78	42,22
5		49	2	25,56	18,22	43,78
50 - 75 cm						
1		50	2,2	26,67	18,89	45,56
2		66	2,2	34,44	24,44	58,88
3		70	2,3	35,56	25,56	61,12
4		73	2,1	37,78	26,67	64,45
5		75	2,3	38,89	27,78	66,67
75 - 100 cm						
1		77	2,4	40	28,89	68,89
2		88	2,3	45,56	32,22	77,78
3		90	2,4	46,67	33,33	80
4		95	2,4	48,89	35,56	84,45
5		100	2,5	52,22	37,78	90
100 - 125 cm						
1		108	2,6	56,67	41,11	97,78
2		112	2,6	58,89	42,22	101,11
3		114	2,6	58,89	42,22	101,11
4		116	2,7	61,11	44,44	105,55
5		123	2,8	64,44	47,78	112,22
125 - 150 cm						
1		127	2,9	66,67	50	116,67
2		130	2,9	68,89	51,11	120
3		133	3	70	53,33	123,33
4		134	3	71,11	54,44	125,55
5		150	3,2	75,33	55,56	130,89

Berdasarkan Tabel 4, karakteristik semai Meranti Merah (*Shorea montigena*) menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan yang konsisten antara tinggi tanaman, diameter batang, dan berat basah total. Semakin tinggi tanaman, semakin besar diameter batang yang terbentuk, yang kemudian diikuti oleh peningkatan berat basah total. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan semai berlangsung secara terintegrasi antara dimensi vertikal dan horizontal.

Kondisi ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan primer dan sekunder terjadi secara simultan. Pertumbuhan primer berperan dalam pemanjangan batang melalui aktivitas meristem apikal, sedangkan pertumbuhan sekunder melalui aktivitas kambium berkontribusi terhadap penambahan diameter batang. Sinergi kedua proses tersebut menyebabkan peningkatan ukuran tanaman secara keseluruhan yang kemudian berdampak pada peningkatan berat basah (Putri & Syafi'i, 2025).

Pada kelas tinggi < 25 cm, semai Meranti Merah (*Shorea montigena*) memiliki tinggi berkisar antara 17–23 cm dengan diameter batang 1,2–1,4 cm serta berat basah total sebesar 15,56–19,55 g.

Nilai tersebut menunjukkan bahwa semai masih berada pada fase pertumbuhan awal, dimana perkembangan jaringan tanaman, baik pada bagian tajuk maupun akar, masih relatif terbatas sehingga akumulasi biomassa yang dihasilkan masih rendah. Memasuki kelas tinggi 25–50 cm, terjadi peningkatan pertumbuhan yang cukup nyata dengan tinggi tanaman mencapai 26–49 cm, diameter batang 1,5–2 cm, dan berat basah total sebesar 23,33–43,78 g. Peningkatan ini menunjukkan bahwa aktivitas pertumbuhan vegetatif mulai berlangsung lebih aktif, terutama pada pembentukan batang dan daun yang berperan dalam meningkatkan kapasitas fotosintesis tanaman. Pada kelas tinggi 50–75 cm, semai memiliki tinggi 50–75 cm dengan diameter batang 2,1–2,3 cm dan berat basah total sebesar 45,56–66,67 g. Kondisi ini menunjukkan bahwa perkembangan sistem perakaran dan tajuk berlangsung semakin seimbang sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara menjadi lebih optimal. Selanjutnya, pada kelas tinggi 75–100 cm, tinggi tanaman meningkat menjadi 77–100 cm dengan diameter batang 2,3–2,5 cm serta berat basah total sebesar 68,89–90 g. Pertumbuhan diameter batang yang semakin besar menunjukkan adanya penguatan struktur tanaman untuk menopang perkembangan tajuk yang semakin luas, sementara peningkatan berat basah bagian atas mengindikasikan tingginya aktivitas pembentukan daun dan batang sebagai organ utama fotosintesis. Pada kelas tinggi 100–125 cm, semai memiliki tinggi 108–123 cm dengan diameter batang 2,6–2,8 cm dan berat basah total sebesar 97,78–112,22 g. Pada fase ini, pertumbuhan tanaman berlangsung lebih stabil dengan akumulasi biomassa yang semakin tinggi akibat meningkatnya kemampuan akar dalam menyerap unsur hara dan air dari media tumbuh. Sementara itu, pada kelas tinggi 125–150 cm, semai menunjukkan nilai pertumbuhan tertinggi dengan tinggi mencapai 127–150 cm, diameter batang 2,9–3,2 cm, dan berat basah total sebesar 116,67–130,89 g.

Peningkatan ini menunjukkan bahwa pertumbuhan semai berlangsung secara progresif, di mana penambahan ukuran tanaman diikuti oleh peningkatan volume jaringan dan kandungan air dalam tubuh tanaman. Secara fisiologis, pertumbuhan tinggi berkaitan dengan aktivitas meristem apikal, sedangkan pertumbuhan diameter dipengaruhi oleh aktivitas kambium, sehingga keduanya berkontribusi terhadap pembentukan struktur tanaman yang lebih besar (Dwi & Adi, 2026).

Selain itu, berat basah bagian atas tanaman (batang dan daun) cenderung lebih tinggi dibandingkan bagian bawah (akar) pada seluruh kelas tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase awal pertumbuhan, tanaman mulai mengembangkan organ fotosintetik untuk mendukung proses produksi energi (Ninasari *et al.*, 2026). Namun demikian, perbedaan nilai yang tidak terlalu mencolok antar individu dalam kelas tinggi yang sama mengindikasikan adanya variasi pertumbuhan, yang kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan mikro.

Dengan demikian, data pada Tabel 4, menggambarkan bahwa pertumbuhan semai *Shorea montigena* berlangsung secara bertahap dan terkoordinasi, serta mencerminkan hubungan yang erat antara dimensi tanaman dan akumulasi berat basah sebagai indikator awal pembentukan biomassa.

Biomassa Semai Meranti Merah (*Shorea montigena*)

Biomassa semai Meranti Merah (*Shorea montigena*) dihitung berdasarkan berat kering yang diperoleh dari masing-masing bagian tanaman, yaitu bagian atas dan bawah. Data biomassa kering serta total biomassa semai pada setiap kelas tinggi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Biomassa Kering semai Meranti Merah (*Shorea montigena*)

No	Kelas Tinggi	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	BK Atas (g)	BK Bawah (g)	Biomassa Total (g)
< 25 cm						
1		17	1,2	4	3	7
2		18	1,2	4,2	3,2	7,4
3		19	1,3	4,3	3,3	7,6
4		20	1,3	4,5	3,5	8
5		23	1,4	5	3,8	8,8
25 - 50 cm						
1		26	1,5	6	4,5	10,5
2		33	1,6	8	6	14
3		46	1,8	10,5	7,5	18
4		47	1,9	11	8	19
5		49	2	11,5	8,2	19,7
50 - 75 cm						
1		50	2,2	12	8,5	20,5
2		66	2,2	15,5	11	26,5
3		70	2,3	16	11,5	27,5
4		73	2,1	17	12	29
5		75	2,3	17,5	12,5	30
75 - 100 cm						
1		77	2,4	18	13	31
2		88	2,3	20,5	14,5	35
3		90	2,4	21	15	36
4		95	2,4	22	16	38
5		100	2,5	23,5	17	40,5
100 - 125 cm						
1		108	2,6	25,5	18,5	44
2		112	2,6	26,5	19	45,5
3		114	2,6	27	19,5	46,5
4		116	2,7	27,5	20	47,5
5		123	2,8	29	21,5	50,5
125 - 150 cm						
1		127	2,9	30	22,5	52,5
2		130	2,9	31	23	54
3		133	3	31,5	24	55,5

Received: 21 Mei 2026; Revised: 11 Juni 2026; Accepted: 25 Juni 2026; Published: 30 Juni 2026

No	Kelas Tinggi	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	BK Atas (g)	BK Bawah (g)	Biomassa Total (g)
4		134	3	32	24,5	56,5
5		150	3,2	33,9	28	61,9

Berdasarkan Tabel 5, biomassa kering semai Meranti Merah (*Shorea montigena*) menunjukkan kecenderungan peningkatan yang konsisten seiring dengan bertambahnya tinggi dan diameter tanaman. Biomassa total pada kelas tinggi <25 cm berada pada kisaran 7–8,8 g, kemudian meningkat menjadi 10,5–19,7 g pada kelas 25–50 cm. Peningkatan yang lebih besar terlihat pada kelas tinggi di atas 75 cm, dengan kisaran biomassa 30–40,5 g pada kelas 75–100 cm, hingga mencapai 52,5–61,9 g pada kelas 125–150 cm. Secara kuantitatif, terjadi peningkatan biomassa dari sekitar 7 g menjadi 61,9 g, atau meningkat lebih dari 8 kali lipat, yang menunjukkan adanya percepatan akumulasi biomassa pada ukuran tanaman yang lebih besar.

Peningkatan biomassa tersebut mengindikasikan bahwa pertumbuhan tanaman tidak berlangsung secara linier, melainkan menunjukkan pola yang semakin meningkat pada ukuran yang lebih besar. Hal ini terjadi karena biomassa berkaitan dengan volume jaringan tanaman, sehingga penambahan dimensi tanaman, terutama diameter, akan menghasilkan peningkatan biomassa yang lebih besar dibandingkan fase awal (Supriyati, 2022).

Secara teoritis, pola tersebut dikenal sebagai hubungan alometrik, yaitu hubungan tidak linier antara ukuran tanaman dan biomassa. Dalam konsep ini, diameter batang memiliki peranan penting karena berkaitan langsung dengan peningkatan volume dan kerapatan jaringan kayu. Hal ini juga tercermin pada data, di mana peningkatan diameter dari sekitar 1,2 cm menjadi 3,2 cm diikuti oleh peningkatan biomassa, sehingga memperkuat bahwa diameter merupakan parameter kunci dalam pendugaan biomassa. Hal ini sejalan dengan penelitian Ketterings *et al.* (2001) dan Chave *et al.* (2014) yang menunjukkan bahwa diameter batang merupakan variabel dominan dalam model alometrik dan memiliki hubungan yang kuat dengan biomassa di atas permukaan tanah.

Biomassa kering yang digunakan dalam penelitian ini merupakan indikator yang lebih akurat dalam menggambarkan jumlah bahan organik tanaman dibandingkan dengan berat basah, karena tidak dipengaruhi oleh kandungan air. Dengan demikian, nilai biomassa kering mencerminkan hasil bersih dari proses fotosintesis yang disimpan dalam jaringan tanaman dalam bentuk senyawa organik (Pangestu, 2025).

Distribusi biomassa menunjukkan bahwa biomassa bagian atas (batang dan daun) secara konsisten lebih besar dibandingkan biomassa bagian bawah (akar) pada seluruh kelas tinggi. Pada kelas <25 cm, biomassa atas berkisar antara 4–5 g dan biomassa bawah 3–3,8 g, sedangkan pada kelas 125–150 cm meningkat menjadi 30–33,9 g (atas) dan 22,5–28 g (bawah). Kondisi ini

menunjukkan bahwa bagian atas tanaman, khususnya daun, berperan sebagai pusat fotosintesis yang menghasilkan asimilat, yang kemudian diakumulasikan dalam bentuk biomassa.

Meskipun biomassa bagian atas lebih besar, biomassa akar tetap menunjukkan nilai yang cukup signifikan pada setiap kelas tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase semai, tanaman masih mempertahankan keseimbangan alokasi biomassa antara bagian atas dan bawah. Keseimbangan ini merupakan strategi adaptasi penting pada fase awal pertumbuhan, terutama untuk menjamin ketersediaan air dan unsur hara guna mendukung proses fotosintesis.

Variasi biomassa dalam kelas tinggi yang sama menunjukkan bahwa pertumbuhan semai tidak sepenuhnya homogen. Perbedaan ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan mikro seperti intensitas cahaya, ketersediaan air, dan unsur hara tanah. Tanaman yang berada pada kondisi lingkungan yang lebih optimal cenderung memiliki laju fotosintesis yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan biomassa yang lebih besar. Hal ini sejalan dengan pedoman IPCC (2019) yang menyatakan bahwa variabilitas lingkungan dapat mempengaruhi akumulasi biomassa pada tingkat individu.

Lebih lanjut, biomassa yang dihasilkan merupakan dasar utama dalam estimasi cadangan karbon, karena sebagian besar biomassa tanaman tersusun dari unsur karbon. Oleh karena itu, peningkatan biomassa yang terjadi seiring dengan pertumbuhan tanaman menunjukkan adanya peningkatan potensi penyimpanan karbon dalam vegetasi.

Cadangan Karbon Semai Meranti Merah (*Shorea montigena*)

Cadangan karbon semai Meranti Merah (*Shorea montigena*) dihitung berdasarkan nilai biomassa total menggunakan faktor konversi karbon. Hasil perhitungan biomassa dan cadangan karbon pada setiap individu semai disajikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Biomassa Total dan Cadangan Karbon Semai Meranti Merah (*Shorea montigena*)

No	Kelas Tinggi	Biomassa Total (g)	Cadangan Karbon (g)
< 25 cm			
1		7	3,29
2		7,4	3,48
3		7,6	3,57
4		8	3,76
5		8,8	4,14
25 – 50 cm			
1		10,5	4,94
2		14	6,58
3		18	8,46
4		19	8,93
5		19,7	9,26
50 – 75 cm			
1		20,5	9,64
2		26,5	12,46
3		27,5	12,93
4		29	13,63
5		30	14,10

Received: 21 Mei 2026; Revised: 11 Juni 2026; Accepted: 25 Juni 2026; Published: 30 Juni 2026

No	Kelas Tinggi	Biomassa Total (g)	Cadangan Karbon (g)
75 – 100 cm			
1		31	14,57
2		35	16,45
3		36	16,92
4		38	17,86
5		40,5	19,04
100 – 125 cm			
1		44	20,68
2		45,5	21,39
3		46,5	21,86
4		47,5	22,33
5		50,5	23,74
125 – 150 cm			
1		52,5	24,68
2		54	25,38
3		55,5	26,09
4		56,5	26,56
5		61,9	29,09

Berdasarkan Tabel 6., cadangan karbon semai Meranti Merah (*Shorea montigena*) berkisar antara 3,29–29,09 g, dengan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya biomassa total tanaman. Peningkatan ini menunjukkan hubungan yang bersifat langsung dan proporsional antara biomassa dan cadangan karbon, dimana semakin besar biomassa tanaman, semakin besar pula karbon yang tersimpan. Secara kuantitatif, peningkatan biomassa dari 7 g menjadi 61,9 g diikuti oleh peningkatan cadangan karbon dari 3,29 g menjadi 29,09 g, yang menunjukkan pola peningkatan yang konsisten.

Dalam penelitian ini, cadangan karbon dihitung menggunakan faktor konversi sebesar 0,47, yang berarti sekitar 47% biomassa kering tersusun atas karbon. Nilai ini sesuai dengan kisaran yang direkomendasikan oleh IPCC (2019), yaitu 45–50%, sehingga dapat dianggap representatif dalam menduga cadangan karbon pada tingkat semai.

Peningkatan cadangan karbon mencerminkan meningkatnya aktivitas fotosintesis pada tanaman yang lebih besar. Tanaman dengan ukuran lebih tinggi dan diameter lebih besar umumnya memiliki luas daun yang lebih besar, sehingga kapasitas dalam menyerap CO₂ dari atmosfer juga meningkat. Karbon yang diserap kemudian diakumulasi dalam jaringan tanaman dalam bentuk biomassa, yang berfungsi sebagai penyimpan karbon jangka pendek hingga menengah.

Variasi cadangan karbon antar individu, misalnya pada biomassa yang relatif sama namun memiliki nilai karbon yang sedikit berbeda, menunjukkan bahwa kapasitas penyimpanan karbon tidak hanya dipengaruhi oleh ukuran tanaman, tetapi juga oleh kondisi fisiologis dan lingkungan (Lestari & Dewi, 2023). Faktor seperti intensitas cahaya, suhu, dan ketersediaan unsur hara dapat mempengaruhi laju fotosintesis, sehingga berdampak pada jumlah karbon yang diakumulasi.

Dari sudut pandang ekologis, meskipun cadangan karbon pada tingkat individu semai relatif kecil, yaitu kurang dari 30 g per individu, kontribusi tersebut menjadi signifikan apabila dilihat dalam skala populasi. Dalam suatu kawasan hutan dengan jumlah semai yang tinggi, akumulasi cadangan karbon dapat memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap total simpanan karbon ekosistem. Selain itu, keberadaan semai mencerminkan proses regenerasi hutan yang berkelanjutan, yang berperan penting dalam menjaga stabilitas siklus karbon dalam jangka panjang.

Dengan demikian, cadangan karbon semai *Shorea montigena* menunjukkan pola peningkatan yang sejalan dengan biomassa tanaman, serta memiliki potensi kontribusi dalam penyimpanan karbon pada tingkat ekosistem. Hal ini menegaskan pentingnya fase semai dalam mendukung fungsi ekologis hutan, khususnya dalam konteks mitigasi perubahan iklim.

Analisis Regresi Sederhana Antara Hubungan Biomassa dan Cadangan Carbon Semai Meranti Merah (*Shorea montigena*)

Berdasarkan hasil diketahui bahwa cadangan karbon semai *Shorea montigena* menunjukkan pola peningkatan yang sejalan dengan biomassa tanaman. Untuk memperkuat temuan tersebut secara kuantitatif, dilakukan analisis regresi linier sederhana guna mengetahui hubungan antara biomassa sebagai variabel bebas (X) dan cadangan karbon sebagai variabel terikat (Y).

Analisis ini bertujuan untuk menguji kekuatan hubungan antara kedua variabel serta memperoleh model matematis yang dapat digunakan dalam pendugaan cadangan karbon secara lebih praktis. Meskipun secara konseptual cadangan karbon merupakan turunan langsung dari biomassa melalui faktor konversi tertentu, analisis regresi tetap diperlukan untuk memvalidasi kesesuaian antara data lapangan dengan pendekatan teoritis yang digunakan.

Model persamaan regresi linear sederhana yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bX$$

Regression Equation

$$Y = 0,00094 + 0,470036X$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Y	Fit	Resid	Std Resid
30	29,0900	29,0961	-0,0061	-2,51 R

R Large residual

Keterangan :

- Y : Variabel Terikat (Cadangan Karbon) B : Koefisien Regresi
- X : Variabel Bebas (Biomassa)
- A : Kostanta

Dari hasil analisis regresi linier sederhana menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$Y = 0,00094 + 0,470036X$$

Keterangan :

- Y : Cadangan karbon (g)
- X : Biomassa total (g)
- a : Konstanta (0,00094)
- b : Koefisien regresi (0,470036)

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan biomassa sebesar 1 gram akan diikuti oleh peningkatan cadangan karbon sebesar $\pm 0,47$ gram. Nilai koefisien regresi (b) yang mendekati 0,47 menunjukkan konsistensi yang sangat kuat dengan faktor konversi karbon yang digunakan dalam penelitian, yaitu sekitar 47% dari biomassa kering.

Nilai konstanta (a) yang sangat kecil (mendekati nol) menunjukkan bahwa pada kondisi biomassa yang sangat rendah, cadangan karbon juga hampir tidak ada. Hal ini sesuai dengan prinsip bahwa tanpa akumulasi biomassa, tidak terdapat simpanan karbon yang signifikan dalam jaringan tanaman.

Berdasarkan hasil diagnostik model, terdapat satu observasi yang teridentifikasi sebagai *large residual*, yaitu pada data ke-30 dengan nilai residual sebesar -0,0061. Residual merupakan selisih antara nilai hasil pengamatan dengan nilai prediksi model. Meskipun secara statistik terdeteksi sebagai penyimpangan yang relatif besar (ditunjukkan oleh nilai *standardized residual* sebesar -2,51), secara absolut nilai tersebut sangat kecil. Kondisi ini dapat terjadi karena sensitivitas analisis terhadap data dengan nilai ekstrem, khususnya pada individu dengan biomassa dan cadangan karbon tertinggi. Selain itu, variasi biologis antar individu tanaman, seperti perbedaan efisiensi fotosintesis, struktur jaringan, serta kondisi lingkungan mikro, juga dapat menyebabkan sedikit deviasi antara nilai aktual dan nilai prediksi. Namun demikian, karena penyimpangan ini sangat kecil dan hanya terjadi pada satu observasi, maka tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kestabilan dan keandalan model regresi secara keseluruhan.

Secara ilmiah, hubungan linier antara biomassa dan cadangan karbon telah banyak dilaporkan dalam berbagai penelitian. Biomassa tanaman merupakan hasil dari proses fotosintesis yang mengakumulasi karbon dalam bentuk senyawa organik. Menurut pedoman IPCC (2019), sekitar 45–50% biomassa kering tanaman tersusun atas karbon, sehingga hubungan antara biomassa dan cadangan karbon secara teoritis bersifat langsung dan proporsional. Meskipun demikian, nilai faktor konversi tersebut dapat bervariasi tergantung pada jenis spesies, umur tanaman, dan kondisi

lingkungan, sehingga hasil yang diperoleh dalam penelitian ini berlaku dalam konteks kondisi lokasi penelitian.

Dari sudut pandang ekologis, peningkatan biomassa pada fase semai tidak hanya mencerminkan pertumbuhan tanaman, tetapi juga menunjukkan peningkatan kapasitas penyimpanan karbon. Walaupun nilai cadangan karbon pada tingkat individu relatif kecil, akumulasi pada skala populasi dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap total simpanan karbon dalam ekosistem hutan.

Dengan demikian, hasil analisis regresi ini menegaskan bahwa biomassa merupakan indikator yang sangat kuat dalam pendugaan cadangan karbon. Hubungan yang sangat erat dan proporsional antara kedua variabel menunjukkan bahwa estimasi karbon dapat dilakukan secara efisien melalui pendekatan biomassa, khususnya pada fase awal pertumbuhan seperti semai *Shorea montigena*.

Hubungan Antara Biomassa Semai Meranti Merah (*Shorea Montigena*) Dengan Faktor Lingkungan

Hubungan antara biomassa semai Meranti Merah (*Shorea montigena*) dengan faktor lingkungan, dilakukan pengukuran beberapa parameter lingkungan yang meliputi suhu udara, pH tanah, intensitas cahaya, dan kelembaban tanah pada setiap titik pengamatan. Parameter-parameter ini dipilih karena memiliki peran penting dalam mempengaruhi proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, serta penyerapan air dan unsur hara.

Tabel 7. Data Biomassa Total dan Parameter Lingkungan Semai Meranti Merah (*Shorea montigena*)

No	Biomassa Total (g)	Suhu (°C)	pH Tanah	Intensitas Cahaya (lux)	Kelembaban Tanah
1	7	28,1	6,8	5565	4,5
2	7,4	27,4	6,2	4590	5,1
3	7,6	27,9	7	5145	5
4	8	27	7	4112	5
5	8,8	27,6	6,3	4960	4
6	10,5	28,35	6,5	5600	5
7	14	28,6	6,5	5700	4,2
8	18	28,45	6,3	5680	4,5
9	19	28,67	6	6123	3,3
10	19,7	28,75	6,3	6378	4,1
11	20,5	28,86	7	6689	3,5
12	26,5	29	6	7730	5,1
13	27,5	28,95	6,1	7400	5,1
14	29	28,98	6,5	7560	5,1
15	30	29,6	7	8450	5
16	31	29,2	6,4	8100	5,2
17	35	30	6,7	9200	4
18	36	30	6,7	9200	4
19	38	27,2	7	9450	5
20	40,5	30,6	6,9	9776	4,5
21	44	28,8	7	9880	5
22	45,5	29	7	9998	4,2
23	46,5	28,9	6,4	10000	3,3

No	Biomassa Total (g)	Suhu (°C)	pH Tanah	Intensitas Cahaya (lux)	Kelembaban Tanah
24	47,5	29,2	6,8	9990	4,5
25	50,5	28,8	7,1	10100	4,1
26	52,5	28,6	7	10108	5
27	54	28,3	7	10207	4
28	55,5	28,5	7	10200	5,1
29	56,5	27,9	7	10209	5
30	61,9	27,8	7	10303	4,5

Berdasarkan **Tabel 7**, kondisi lingkungan pada lokasi penelitian menunjukkan variasi yang relatif beragam pada setiap parameter yang diukur. Suhu udara berkisar antara 27–30,6°C, meskipun terdapat beberapa nilai yang lebih tinggi, yaitu mencapai 31,2–32,5°C. Secara umum, kisaran suhu tersebut masih berada dalam rentang suhu yang mendukung pertumbuhan tanaman tropis, terutama pada fase semai yang membutuhkan kondisi lingkungan yang relatif stabil.

Nilai pH tanah pada lokasi penelitian berada pada kisaran 6–7,2 yang menunjukkan kondisi tanah dari agak asam hingga netral dan sedikit basa. Kondisi ini pada dasarnya masih mendukung pertumbuhan tanaman hutan tropis, meskipun sebagian besar spesies hutan, termasuk *Shorea montigena*, cenderung tumbuh optimal pada pH sedikit asam hingga netral. Variasi pH ini dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara di dalam tanah, sehingga secara tidak langsung berpengaruh terhadap pertumbuhan biomassa tanaman (Rahman *et al.*, 2026).

Intensitas cahaya menunjukkan variasi yang cukup besar, yaitu dari 4.112 lux hingga lebih dari 10.000 lux. Peningkatan intensitas cahaya ini sejalan dengan meningkatnya nilai biomassa total pada beberapa titik pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa cahaya memiliki peran penting dalam mendukung proses fotosintesis, terutama pada fase semai yang masih sangat responsif terhadap ketersediaan cahaya. Intensitas cahaya merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan awal tanaman hutan karena berkaitan langsung dengan laju fotosintesis dan produksi biomassa (Rahawarin *et al.*, 2025).

Nilai kelembaban tanah yang diukur menggunakan alat Soil Meter dinyatakan dalam skala relatif (bukan persen), sehingga nilai 3,3–5,2 menunjukkan tingkat kelembaban sedang. Skala ini bersifat indikatif dan digunakan untuk membandingkan kondisi antar titik pengamatan, bukan sebagai nilai absolut. Kelembaban tanah yang cukup ini berperan dalam menjaga ketersediaan air bagi tanaman, sehingga mendukung proses fisiologis seperti penyerapan unsur hara dan fotosintesis. Namun demikian, karena variasinya tidak terlalu besar, pengaruh kelembaban tanah terhadap perbedaan biomassa antar individu kemungkinan tidak terlalu dominan.

Secara umum, terlihat bahwa peningkatan biomassa cenderung terjadi pada kondisi intensitas cahaya yang lebih tinggi, dengan suhu yang masih dalam batas toleransi tanaman dan pH tanah yang mendekati netral. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan biomassa semai *Shorea montigena* merupakan hasil interaksi antara beberapa faktor lingkungan, dengan intensitas cahaya sebagai faktor

yang diduga memiliki peranan penting secara langsung. Meskipun deskripsi kondisi lingkungan tersebut memberikan gambaran awal mengenai variasi parameter yang diukur, hubungan antara faktor lingkungan dan biomassa belum dapat dijelaskan secara kuantitatif. Oleh karena itu, dilakukan analisis regresi linier untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor lingkungan terhadap biomassa semai *Shorea montigena* secara lebih terukur.

Analisis Regresi Linier Faktor Lingkungan terhadap Biomassa Semai Meranti Merah (*Shorea montigena*)

Untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan terhadap biomassa semai Meranti Merah (*Shorea montigena*), dilakukan analisis regresi linier berganda. Analisis ini bertujuan untuk menguji hubungan antara biomassa total sebagai variabel terikat dengan faktor lingkungan sebagai variabel bebas, yaitu suhu, pH tanah, intensitas cahaya, dan kelembaban tanah. Pendekatan ini digunakan untuk memberikan gambaran kuantitatif mengenai faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan biomassa semai.

Regression Equation

$$\text{Biomassa Total (g)} = 63,9 - 3,299 \text{ Suhu} - 0,69 \text{ pH Tanah} + 0,008585 \text{ Intensitas Cahaya (lux)} - 0,28 \text{ Kelembaban Tanah}$$

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
3,87283	95,66%	94,96%	93,36%

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	63,9	33,7	1,90	0,070	
Suhu	-3,299	0,995	-3,31	0,003	1,27
pH Tanah	-0,69	2,33	-0,30	0,768	1,41
Intensitas Cahaya (lux)	0,008585	0,000443	19,39	0,000	1,65
Kelembaban Tanah	-0,28	1,27	-0,22	0,830	1,04

Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\text{Biomassa Total (g)} = 63,9 - 3,299 \text{ Suhu} - 0,69 \text{ pH Tanah} + 0,008585 \text{ Intensitas Cahaya} - 0,28 \text{ Kelembaban Tanah}$$

Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 95,66% menunjukkan bahwa sebagian besar variasi biomassa semai *Shorea montigena* dapat dijelaskan oleh variabel suhu, pH tanah, intensitas cahaya, dan kelembaban tanah. Nilai R^2 yang tinggi ini mengindikasikan bahwa model regresi memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menjelaskan hubungan antara faktor lingkungan dan biomassa. Selain itu, nilai R^2 adjusted sebesar 94,96% dan R^2 prediksi sebesar 93,36% menunjukkan bahwa model memiliki tingkat kestabilan yang baik serta tetap mampu memberikan prediksi yang akurat. Tingginya nilai koefisien determinasi ini juga menunjukkan bahwa variabel-variabel yang digunakan

dalam model telah mampu merepresentasikan kondisi lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan biomassa semai pada lokasi penelitian.

Secara parsial, masing-masing variabel menunjukkan tingkat pengaruh yang berbeda terhadap biomassa semai. Variabel intensitas cahaya menunjukkan pengaruh positif dan sangat signifikan terhadap biomassa (p -value = 0,000). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan intensitas cahaya secara nyata akan meningkatkan biomassa semai. Secara fisiologis, cahaya merupakan sumber energi utama dalam proses fotosintesis, sehingga semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima tanaman, semakin besar pula produksi fotosintat yang dihasilkan dan diakumulasikan dalam bentuk biomassa (Indrayani *et al.*, 2022).. Dominannya pengaruh intensitas cahaya dalam model ini juga didukung oleh nilai signifikansi yang paling tinggi (paling kecil) dibandingkan variabel lainnya, sehingga dapat dikatakan bahwa cahaya merupakan faktor yang paling menentukan dalam pertumbuhan biomassa semai pada kondisi penelitian ini.

Sebaliknya, variabel suhu menunjukkan pengaruh negatif dan signifikan terhadap biomassa (p -value = 0,003). Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan suhu dalam kondisi penelitian cenderung menurunkan biomassa semai. Secara fisiologis, peningkatan suhu dapat meningkatkan laju respirasi tanaman, sehingga mengurangi hasil bersih fotosintesis yang digunakan untuk pertumbuhan (Andriani & Karmila, 2019). Namun demikian, kisaran suhu pada lokasi penelitian masih berada dalam batas toleransi pertumbuhan tanaman, sehingga pengaruh negatif yang terdeteksi lebih mencerminkan respon tanaman terhadap variasi kondisi iklim, bukan akibat kondisi lingkungan yang ekstrem.

Variabel pH tanah menunjukkan pengaruh negatif, namun tidak signifikan secara statistik (p -value = 0,768). Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian ini, pH tanah belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap biomassa semai. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh kisaran pH tanah yang relatif homogen, yaitu berada pada kondisi agak asam hingga netral yang masih sesuai untuk pertumbuhan tanaman hutan tropis. Dengan demikian, meskipun pH berperan dalam menentukan ketersediaan unsur hara, dalam penelitian ini pH tanah tidak menjadi faktor pembatas utama bagi pertumbuhan biomassa semai.

Kelembaban tanah juga menunjukkan pengaruh negatif dan tidak signifikan (p -value = 0,830). Hal ini menunjukkan bahwa kelembaban tanah bukan merupakan faktor pembatas utama dalam penelitian ini. Kondisi tersebut diduga karena tingkat kelembaban tanah pada lokasi penelitian relatif cukup dan tidak menunjukkan variasi yang ekstrem antar titik pengamatan. Selain itu, pengukuran kelembaban tanah yang menggunakan skala relatif juga memungkinkan adanya keterbatasan dalam menggambarkan kondisi kelembaban secara lebih rinci, sehingga pengaruhnya terhadap biomassa tidak terlihat secara signifikan dalam model.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa pertumbuhan biomassa semai *Shorea montigena* dipengaruhi oleh faktor lingkungan, dengan intensitas cahaya sebagai faktor utama yang berperan dalam meningkatkan biomassa, diikuti oleh suhu sebagai faktor yang dapat membatasi pertumbuhan dalam kondisi tertentu. Sementara itu, pH tanah dan kelembaban tanah berperan sebagai faktor pendukung yang dalam penelitian ini belum menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan pertumbuhan biomassa semai sangat ditentukan oleh ketersediaan cahaya yang optimal, serta didukung oleh kondisi lingkungan lain yang berada dalam kisaran yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diberikan adalah sebagai berikut: Biomassa semai Meranti Merah (*Shorea montigena*) menunjukkan peningkatan yang konsisten seiring dengan bertambahnya tinggi dan diameter tanaman, dengan kisaran biomassa total antara 7–61,9 g. Peningkatan tersebut mencerminkan pola pertumbuhan yang bersifat progresif, dimana perkembangan ukuran tanaman diikuti oleh peningkatan akumulasi biomassa. Sejalan dengan itu, cadangan karbon juga mengalami peningkatan dengan kisaran 3,29–29,09 g, yang menunjukkan adanya hubungan langsung dan proporsional antara biomassa dan kandungan karbon tanaman. Sekitar 47% biomassa kering tersusun atas karbon, sehingga biomassa dapat digunakan sebagai indikator yang representatif dalam menduga cadangan karbon pada tingkat semai. Selain faktor pertumbuhan tanaman, kondisi lingkungan juga memberikan pengaruh yang sangat kuat terhadap biomassa semai Meranti Merah dengan kontribusi sebesar 95,20%. Intensitas cahaya menjadi faktor yang paling dominan dan berpengaruh signifikan positif terhadap peningkatan biomassa, sedangkan pH tanah memberikan pengaruh signifikan negatif. Suhu menunjukkan pengaruh negatif yang mendekati signifikan, sementara kelembaban tanah berpengaruh positif namun tidak signifikan. Dengan demikian, ketersediaan cahaya berperan sebagai faktor utama yang mendukung pertumbuhan biomassa semai Meranti Merah, sedangkan faktor lingkungan lainnya berfungsi sebagai faktor pembatas maupun pendukung pertumbuhan pada kondisi tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

Alviana, D., Anggraini, R., Hidayati, J. R., Karlina, I., Lestari, F., Apdillah, D., ... & Sihite, D. 2023. Estimasi Cadangan Karbon Pada Ekosistem Mangrove Di Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sejong Kabupaten Bintan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3), 464-472.

- Andriani, V., & Karmila, R. 2019. Pengaruh temperatur terhadap kecepatan pertumbuhan kacang tolo (*Vigna sp.*). *STIGMA: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*, 12(01), 49-53.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 7724:2019. *Pengukuran dan pelaporan cadangan karbon hutan*. Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 7724: Pengukuran Dan Penghitungan Cadangan Karbon.
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Vieilledent, G. 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177–3190.
- Dwi, I. G. A. A. N., & Adi, N. N. S. 2026. *ARSITEKTUR HIDUP: Struktur dan Perkembangan Vegetatif Tumbuhan*. Thalibul Ilmi Publishing & Education.
- Firdaus Jeka, M., Suryanto, D., & Kurniawan, A. 2023. Metode penentuan ukuran sampel vegetasi dalam analisis biomassa dan Cadangan Karbon hutan. *Jurnal Penelitian Hutan Tropis*, 21(2), 115–124.
- Indrayani, I., Fadilah, R., & Nurmila, N. 2022. Karakterisasi Dan Optimasi Pertumbuhan Dan Produktivitas Biomassa Mikroalga Isolat Ind-Unm1 Dan Ind-Unm2. Laporan Akhir Penelitian. Universitas Negeri Makassar. Sulawesi Selatan.
- IPCC. 2019. refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories (E. Calvo Buendia *et al.*, Eds.). Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Irvianty, I., Siregar, Z., & Defira, C. N. 2023. Biomassa, potensi Cadangan Karbon dan Cadangan Karbon pada hutan kota. *Jurnal Sains dan Teknologi (JST)*, 12(2).
- Ketterings, Q. M., Coe, R., van Noordwijk, M., Ambagau, Y., & Palm, C. A. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management*, 146(1–3), 199–209.
- Laiuluy, E. 2023. Dampak Sistem Pemerintahan Desa Administratif Terhadap Negeri Hunitetu Di Kabupaten Seram Bagian Barat. *HISTORICAL: Journal of History and Social Sciences*, 2(1), 25-29.
- Lestari, K. W., & Dewi, N. 2023. Potensi simpanan karbon pada beberapa tipe agroforestri berbasis kopi robusta di Desa Rowosari, Jember. *Journal of Tropical Silviculture*, 14(02), 150-157.
- Matinahoru, J. M. 2023. Populasi Dan Karakteristik Morfologi Meranti (*Shorea montigena*, Slooten) Di Kecamatan Inamosol, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 7(1), 1-10.
- Ngasim, M. I. 2025. Hutan dan Masa Depan Iklim Global: Dari Penyerap Karbon hingga Penyelamat Kehidupan. *GreenWood: Buletin Ilmu Kehutanan*, 1(1), 1-13.

- Ninasari, A., Suwarno, K., Syafi, S., Abdullatif, Z., Arraudah, R., Abdullah, H., ... & Samal, I. 2026. *Respon Tanaman Terhadap Suhu*. LSO Creative.
- Ningsih, E. P. 2024. Peran hutan dalam mitigasi perubahan iklim: analisis penyerapan karbon oleh hutan hujan tropis. *Journal of Horizon*, 1(1), 1-5.
- Pangestu, A. A. 2025. Biomassa Bahan Organik M² dibawah Tegakan Alpukat dan Kopi Pada Lahan Agroforestri Dusun Kaliduren, Desa Ngadisepi, Kecamatan Gemawang, Kabupaten Temanggung. *Jurnal Agroteknologi dan Inovasi Pertanian*, 1(1), 24-31.
- Putri, Z. A., & Syafi'i, W. 2025. Literature Study On The Structural Adaptation Of Meristematic Tissues During Primary Growth Of Roots And Stems. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(04), 130-140.
- Rahawarin, M. F., Irwanto, I., & Hadijah, M. 2025. Biomassa Tumbuhan Bawah Pada Berbagai Tipe Hutan Alam Di Negeri Hatusua. Provinsi Maluku. *Marsegu: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(11), 1113-1128.
- Rahman, A., Amri, A. A., Rusdin, I., Arifin, H. A., & Musfrianto, H. 2026. Analisa Pengaruh pH Terhadap Penyerapan Nutrisi Dan Pertumbuhan Bawang Merah (*Allium cepa* L. var. *Aggregatum*) Kabupaten Enrekang. *Agrotek: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 10(1), 56-62.
- Salaka F. J., D. Suharjito, S. Astana & M. Tjoa. 2018. Legalitas Kayu Dari Hutan Adat: Studi Kasus Di Negeri Honitetu, Seram Bagian Barat, Maluku. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan Vol*, 15(3), 213-224.
- Souwakil, S., Mardiatmoko, G., & Hatulesila, J. W. 2025. Studi Perbandingan Hasil Perhitungan Pengukuran C-Stok Antara Pengambilan Sampel Destruktif Dan Non-Destruktif Pada Tumbuhan Sagu Di Tulehu. *Marsegu: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(7), 442-458.
- Supriyati, W. 2022. *Biomassa, Karbon, dan Kemampuan Penyerapan Karbondioksida Tegakan Gelam*. Penerbit NEM.
- Ulfah, M. 2018. Estimasi cadangan karbon pada berbagai sistem agroforestri di kawasan hutan dengan tujuan khusus (KHDTK) UB (*Skripsi*). Universitas Brawijaya.
- Windarni, C. 2017. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove Di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.
- Yusna, Y. 2022. *Potensi Biomassa Dan Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove Rewata'a Kabupaten Majene* (Doctoral dissertation, Universitas Sulawesi Barat).
- Zulkarnain, S. H. 2025. Pengelolaan Hutan. *Ekosistem dan Pengelolaan Hutan*, 133.