



## ESTIMASI BIOMASSA DAN KARBON SERASAH DI KAWASAN ALIRAN MATA AIR PANAS JABOI KECAMATAN SUKAJAYA KOTA SABANG

Raihan<sup>1\*</sup>, Muslich Hidayat<sup>2</sup>, Nurdin Amin<sup>3</sup>, Zuraidah<sup>4</sup>, Lina Rahmawati<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

\*[raihan02052003@gmail.com](mailto:raihan02052003@gmail.com)

Alamat: Jl. Syech Abdurrauf, Kopelma Darussalam, Kota Banda Aceh

[raihan02052003@gmail.com](mailto:raihan02052003@gmail.com)

**Abstract.** Tropical forests play an important role as carbon sinks and biomass stores, including through the litter produced by vegetation. Litter contributes to nutrient cycling, maintains soil fertility, and is an important component of ecosystem carbon reserves. This study aims to estimate the biomass and carbon content of litter in the Jaboi Hot Spring Flow Area, Sukajaya District, Sabang City. The study was conducted in June 2025 using a 100 m long line transect method with four transects, each consisting of 18 1 x 1 m plots. Leaf litter samples were collected, their wet weight was measured, dried in an oven for 48 hours, and their carbon content was calculated based on the percentage of organic carbon of 0.47. The results showed a total litter biomass of 8,106 kg/m<sup>2</sup> with an average of 2,027 kg/m<sup>2</sup>, and a total litter carbon of 3,809 kg/m<sup>2</sup> with an average of 0,952 kg/m<sup>2</sup>. The highest values were found at Station 3 (2,354 kg/m<sup>2</sup> and 1,106 kg/m<sup>2</sup>) and the lowest at Station 1 (1,691 kg/m<sup>2</sup> and 0,795 kg/m<sup>2</sup>). Variations in values are influenced by soil physical-chemical factors, vegetation density, and climatic conditions, which influence production and decomposition rates. These results emphasize the importance of monitoring biomass and litter carbon to support forest management and conservation.

**Keywords:** Biomass, Litter Carbon, Decomposition, Forest Ecosystem, Mount Jaboi

**Abstrak.** Hutan tropis memiliki peran penting sebagai penyerap karbon dan penyimpan biomassa, termasuk melalui serasah yang dihasilkan vegetasi. Serasah berkontribusi terhadap siklus hara, menjaga kesuburan tanah, dan menjadi salah satu komponen penting cadangan karbon ekosistem. Penelitian ini bertujuan mengestimasi biomassa dan kandungan karbon serasah di Kawasan Aliran Mata Air Panas Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang. Penelitian dilakukan pada Juni 2025 menggunakan metode line transek sepanjang 100 m dengan empat transek, masing-masing terdiri dari 18 plot berukuran 1×1 m. Sampel serasah daun dikumpulkan, ditimbang berat basah, dikeringkan dalam oven selama 48 jam, dan dihitung kandungan karbonnya berdasarkan persentase karbon organik sebesar 0,47. Hasil menunjukkan total biomassa serasah sebesar 8,106 kg/m<sup>2</sup> dengan rata-rata 2,027 kg/m<sup>2</sup>, serta total karbon serasah 3,809 kg/m<sup>2</sup> dengan rata-rata 0,952 kg/m<sup>2</sup>. Nilai tertinggi terdapat pada Stasiun 3 (2,354 kg/m<sup>2</sup> dan 1,106 kg/m<sup>2</sup>) dan terendah pada Stasiun 1 (1,691 kg/m<sup>2</sup> dan 0,795 kg/m<sup>2</sup>). Variasi nilai dipengaruhi faktor fisik-kimia tanah, kerapatan vegetasi, dan kondisi iklim yang memengaruhi produksi serta laju dekomposisi. Hasil ini menegaskan pentingnya pemantauan biomassa dan karbon serasah untuk mendukung pengelolaan dan konservasi hutan.

**Kata kunci:** Biomassa, Karbon Serasah, Dekomposisi, Ekosistem Hutan, Gunung Jaboi

## **1. LATAR BELAKANG**

Indonesia menempati posisi kedua di dunia dalam hal keanekaragaman hayati, berada di bawah Brazil. Kawasan hutan tropis milik Indonesia sendiri merupakan yang terbesar ketiga secara global, sesudah Brasil dan Republik Demokratik Kongo. Hutan-hutan di Indonesia sering dijuluki sebagai paru-paru dunia karena peran vitalnya dalam menghasilkan oksigen yang sangat dibutuhkan semua makhluk hidup (Shafitri *et al.*, 2017). Keberadaan hutan membawa manfaat penting, tidak hanya sebagai penghasil gas oksigen yang esensial bagi manusia, tetapi juga berperan sebagai penyerap karbondioksida, area penyimpan air, serta menjadi lokasi terjadinya siklus zat hara untuk tanaman yang selanjutnya mendukung penyediaan nutrisi di sekitarnya (Kusumaningtyas *et al.*, 2013). Lebih lanjut, apabila dikelola secara optimal, hutan dapat berkontribusi dalam mereduksi kandungan karbon di udara melalui mekanisme penyimpanan karbon di dalam biomassa (Ristiara, 2016).

Biomassa dapat diartikan sebagai total massa yang berasal dari komponen vegetasi yang masih aktif menjalankan fungsi hidupnya, misalnya batang, cabang, ranting, mahkota pohon, serta berbagai jenis tumbuhan bawah atau gulma dan tanaman berumur pendek. Pembentukan biomassa terjadi sebagai hasil penyerapan karbon oleh unsur-unsur organisme hidup maupun yang telah mati, termasuk serasah, pepohonan, dan bagian lain ekosistem vegetasi (Drupadi *et al.*, 2021). Salah satu tempat utama cadangan karbon dalam ekosistem hutan terletak pada lantai hutan, yang mencakup flora bawah serta material organik yang sudah tidak aktif atau mengalami dekomposisi, seperti karbon yang terkandung dalam serasah (Sasono *et al.*, 2022). Serasah sendiri merupakan lapisan teratas di atas tanah yang tersusun atas sisa-sisa organik, umumnya berasal dari bagian tumbuhan yang telah gugur (Febriana *et al.*, 2022).

Keberadaan serasah berperan signifikan dalam memperbaiki kualitas fisik tanah, meningkatkan kemampuan tanah menyimpan air, dan mendukung daya serap air di lingkungan tersebut (Sudomo *et al.*, 2017). Fokus penelitian terletak pada serasah daun yang ditemukan di area penelitian. Setelah guguran serasah mencapai permukaan tanah, material organik tersebut akan mengalami proses pelapukan. Tahapan dekomposisi serasah di ekosistem hutan menjadi aspek yang krusial, sebab kandungan unsur hara yang terkandung di dalamnya sangat dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Jayanti, 2017).

Selain hutan, habitat terestrial lainnya yang memiliki vegetasi juga mampu menyimpan karbon dalam biomasnya. Di antaranya adalah lahan pertanian, perkebunan, lahan gambut, tambak, pesisir, dan ekosistem perkotaan yang ditumbuhi banyak pohon. Akan tetapi, konversi, degradasi, atau manajemen ekosistem yang tidak berkelanjutan berdampak terhadap pelepasan karbon ke atmosfer yang menyebabkan perubahan iklim (Lal dan Bruce, 2012).

Dinamisnya iklim dunia tak terlepas dari semakin maraknya pemanfaatan energi tak terbarukan oleh manusia, khususnya yang bersumber dari pembakaran bahan bakar fosil. Proses deforestasi serta degradasi lingkungan berperan besar dalam meningkatkan emisi karbon yang terlepas ke atmosfer (Aldrian, E *et al.*, 2011). Dalam kajian ilmiah, terungkap bahwa keanekaragaman hayati di wilayah kepulauan kecil memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan di pulau-pulau besar maupun benua dalam menghadapi konsekuensi perubahan iklim. Salah satu daerah yang mengalami fenomena tersebut adalah Pulau Sabang, yang terletak di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam (Fitria *et al.*, 2019).

Di wilayah Kota Sabang terdapat sejumlah kecamatan, di antaranya Kecamatan Sukajaya yang menjadi tempat berdirinya Gunung Jaboi. Gunung Api Jaboi berlokasi di Desa Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang, Aceh, dan dikenal sebagai salah satu potensi energi geotermal utama di provinsi tersebut. Berdasarkan kajian geologi, kawasan gunung ini dikategorikan memiliki struktur vulkanik Seumeuruguh serta didominasi oleh keberadaan aliran piroklastik Seumeuruguh (Marwan *et al.*, 2018).

Di wilayah aliran Mata Air Panas Jaboi, ditemukan akumulasi karbon serasah yang signifikan di permukaan tanah. Variasi kadar karbon yang terkandung dalam biomassa serasah pada lokasi ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti aspek genetik tanaman penyusun, letak geografis, karakteristik tanah, tingkat penutupan tajuk, serta fluktuasi suhu (Ratna, 2023). Proses dekomposisi biomassa serasah dalam jumlah yang besar akan berkontribusi pada pelepasan karbon ke atmosfer. Dengan demikian, karbon yang tersimpan dalam serasah di ekosistem hutan menjadi salah satu komponen utama yang patut diinventarisasi dan dianalisis secara kuantitatif (Nofrianto *et al.*, 2018).

Kajian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai perkiraan kandungan karbon dalam serasah di kawasan pegunungan Iboih, Kecamatan Sukakarya, Kota Sabang, melibatkan pengambilan contoh serasah dari lima lokasi berbeda. Setiap lokasi dijadikan

lima plot untuk pengumpulan sampel. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai biomassa karbon serasah paling tinggi terdeteksi pada lokasi ketiga dan keempat, yaitu masing-masing sebesar 0,024 gr/cm<sup>2</sup>, sementara jumlah stok karbon organik yang diperoleh mencapai 0,01128 gr/cm<sup>2</sup> (Nurul *et al.*, 2019).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui banyaknya biomassa yang tersimpan pada serasah dan jumlah kandungan karbon pada serasah yang ditemukan di aliran mata air panas Jaboi, Kecamatan Sukajaya Kota Sabang. Kawasan ini merupakan kawasan konservasi dengan hutan tropis yang masih rapat.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

Keberadaan vegetasi di kawasan hutan memegang peranan krusial dalam proses penyerapan karbon, sehingga upaya pelestariannya menjadi hal yang sangat fundamental. Lamanya eksistensi vegetasi pada area hutan berbanding lurus dengan besarnya akumulasi cadangan karbon, sebab pertumbuhan biomassa cenderung bertambah seiring dengan berjalannya waktu. Pengkajian terkait kuantitas karbon yang terkandung di dalam ekosistem hutan amatlah diperlukan sebagai dasar untuk mengidentifikasi dan memonitor distribusi karbon, baik pada komponen tumbuhan maupun di atmosfer (Paradika *et al.*, 2021).

Hutan berperan sebagai penyerap karbon, penyedia habitat berbagai spesies, dan penjaga kesuburan tanah. Upaya pelestarian hutan menjadi salah satu langkah efektif guna mengurangi jumlah emisi CO<sub>2</sub> di udara. Keberadaan hutan berperan sangat signifikan dalam mekanisme penyerapan karbon yang berada di atmosfer, sekaligus berfungsi sebagai tempat penyimpanan karbon terbesar di bumi. Dalam proses fotosintesis yang berlangsung pada tumbuhan, karbon dioksida dari atmosfer diambil dan kemudian dikonversi serta disimpan dalam bentuk biomassa organik tumbuhan (Anggraeni *et al.*, 2021).

Karbon merupakan salah satu unsur yang menyusun bahan organik manusia maupun organisme lain. Kandungan karbon yang terdapat pada makhluk hidup sangat melimpah, sebab secara alami, simpanan karbon terbesar berada pada ekosistem daratan dan perairan, bukan di atmosfer. Jumlah karbon yang tersimpan ini, sering disebut simpanan karbon, mengacu pada total berat karbon yang terdapat dalam suatu ekosistem

pada periode tertentu, baik yang tersimpan dalam biomassa mati maupun dalam lapisan tanah (Rahmila *et al.*, 2019).

Akumulasi biomassa dan cadangan karbon di kawasan hutan dipengaruhi oleh mekanisme fisiologis yang terjadi pada tumbuhan, khususnya proses fotosintesis. Tingkat efektivitas fotosintesis pada suatu tegakan berkaitan erat dengan tingkat klorofil yang dimiliki, banyaknya stomata per satuan luas daun, serta usia tegakan tersebut. Semakin banyak dan lebar daun yang terdapat di area tertentu, makin tinggi pula kapasitas penyerapan karbon dioksida oleh tegakan itu. Karena itu, umur suatu tegakan berperan penting dalam menentukan besar-kecilnya biomassa maupun cadangan karbon yang mampu disimpan (Uthbah *et al.*, 2017).

Pengujian jumlah karbon pada vegetasi dapat dilaksanakan melalui analisis biomassa serta penetapan cadangan karbon yang terdapat pada serasah. Serasah sendiri berperan vital sebagai tempat penyimpanan karbon di kawasan hutan. Keberadaan serasah ini menjadi signifikan sebab mampu menunjukkan besaran karbon dioksida yang terserap di dalamnya, meskipun secara tidak langsung. Dengan demikian, pengukuran karbon yang tersimpan pada serasah sangat diperlukan, mengingat serasah hutan merupakan salah satu komponen utama dalam penyimpanan karbon yang layak diperhatikan (Ponsiri & Farida, 2023).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rifqi di Taman Wisata Alam Iboih Sabang, ditemukan bahwa proses dekomposisi serasah daun berlangsung secara alami namun cenderung memakan waktu relatif lama. Pengumpulan data melibatkan pengukuran dimensi serasah dengan ukuran panjang maupun lebar yang seragam. Sampel serasah diperoleh dari plot persegi berukuran 1x1 meter yang mencakup seluruh permukaan area tersebut. Dari hasil penelitian, ditemukan bahwa stasiun 4 mencatat rata-rata biomassa karbon terbesar, yakni 1,77947 kg/m<sup>2</sup>, sedangkan nilai terkecil tercatat pada stasiun 8 dengan angka rata-rata hanya 0,0310 kg/m<sup>2</sup>. Variasi jumlah biomassa karbon antar stasiun ini dihubungkan dengan sejumlah faktor, di antaranya adalah pengaruh tiupan angin. Secara keseluruhan, estimasi total biomassa serasah pada delapan stasiun yang terdapat di kawasan tersebut mencapai 11,63427956 kg/m<sup>2</sup> (Rifqi, 2022).

Wilayah Gampong Jaboi memiliki reputasi sebagai destinasi wisata berkat keberadaan berbagai lokasi yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai tempat wisata.

Terletak di Pulau Weh, ujung barat Nusantara, daerah ini mempunyai karakter morfologis yang khas, mulai dari dataran rendah hingga kontur perbukitan. Pulau Weh sendiri membentang pada ketinggian antara permukaan laut hingga sekitar 600 meter. Sebagian besar wilayah Jaboi didominasi oleh permukaan datar dan bukit-bukit dengan kemiringan bervariasi, baik yang landai maupun yang curam. Fenomena geologi yang tampak di kawasan Jaboi umumnya berada di area perbukitan dengan kemiringan relatif landai (Rinaldi *et al.*, 2021).

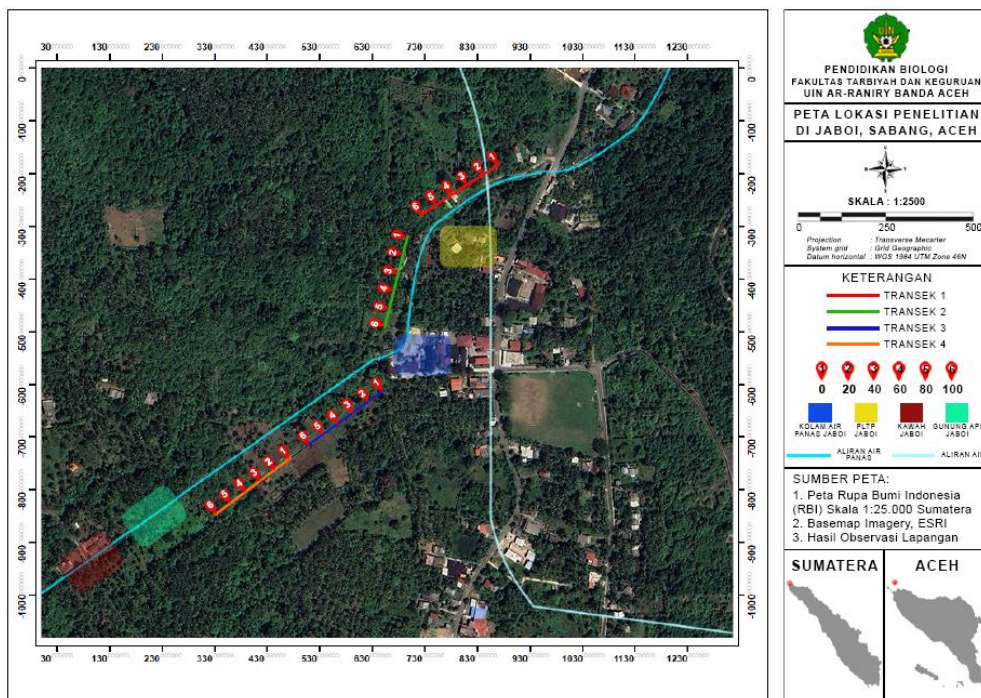
Hasil pengamatan di kawasan Gunung Jaboi, Sabang, menunjukkan bahwa ketika seseorang memasuki area tersebut, akan langsung terdeteksi aroma khas yang tajam. Kehadiran bau ini diakibatkan oleh keluarnya fluida beserta gas-gas seperti CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, serta HCl gas dari area kawah. Wilayah ini masih didominasi oleh hutan tropis yang lebat, dengan keragaman spesies tumbuhan yang cukup tinggi. Keberadaan kondisi hutan yang masih alami dan vegetasi yang beragam membuat lokasi ini sangat relevan untuk digunakan sebagai area riset dalam menghitung estimasi karbon serasah.

### **3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode line transek dengan panjang 100 m. Penelitian dilakukan di 4 stasiun dan ditetapkan 6 titik pengamatan pada setiap stasiun serta pada setiap titik terbagi atas 3 plot berukuran 1 × 1 m sebagai unit sampel.

Lokasi penelitian ditentukan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pemilihan lokasi secara sengaja berdasarkan karakteristik ekologis tertentu. Penelitian dilaksanakan di kawasan aliran mata air panas Gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang. Jalur stasiun yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: (1) Stasiun 1 berdekatan dengan permukiman warga; (2) Stasiun 2 berdekatan dengan permukiman di area sekitar kebun warga; (3) Stasiun 3 yang berdekatan dengan hutan alami; dan (4) Stasiun 4 yang berdekatan dengan hutan alami serta mengikuti aliran sungai di kawasan tersebut. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2025.





**Gambar 1. Lokasi Penelitian Estimasi Biomassa dan Karbon Serasah di Aliran Mata Air Panas Jaboi Kecamatan Sukajaya Kota Sabang**

### Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah sampel serasah yang terdapat di lapangan dan di kawasan aliran mata air panas gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang.

### Alat dan Bahan

Penelitian ini memanfaatkan sejumlah perangkat seperti alat tulis, *Global Positioning System* (GPS), meteran, timbangan, termohyrometer, soil tester, kamera digital, serta oven sebagai penunjang pelaksanaan pengambilan data di lapangan maupun analisis sampel.

Adapun bahan yang dimanfaatkan di antaranya lembar pencatatan hasil observasi, tali rafia untuk pengumpulan, sampel serasah, wadah plastik, kertas label untuk identifikasi, koran sebagai alas atau pembungkus, serta biomassa serasah yang berlokasi di seputar kawasan aliran mata air panas gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang.

### Prosedur Kerja

Langkah pertama yang ditempuh pada penelitian ini meliputi aktivitas pengumpulan data terkait karakteristik kawasan yang menjadi objek studi, beserta pengurusan dokumen perizinan yang diperlukan guna mendukung pelaksanaan survei

dan kegiatan penelitian di lokasi. Selanjutnya, ditetapkan 4 stasiun penelitian tempat transek akan diterapkan, kemudian dilakukan penandaan titik-titik plot di sepanjang transek sebagai lokasi pengambilan sampel serasah. Setiap stasiun memiliki transek garis sepanjang 100 meter, dan setiap transek terdiri dari 18 plot. Dengan demikian, dari 4 transek diperoleh total 72 plot, dengan jarak antar plot masing-masing 20 meter, yaitu pada posisi 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 meter.

Proses pengumpulan sampel di area sekitar kawasan aliran mata air panas gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang dimulai dengan pembukaan akses melalui vegetasi hutan. Setelah jalur tersedia, titik koordinat lokasi pengambilan sampel ditetapkan menggunakan perangkat *Global Positioning System* (GPS). Pengamatan terhadap parameter lingkungan dilakukan dengan mengukur pH tanah, memanfaatkan soil tester, dan memantau suhu serta kelembapan udara menggunakan thermohygrometer dan thermometer. Tahapan berikutnya mencakup pencatatan berbagai karakteristik lokasi pada lembar observasi serta pendokumentasian rangkaian aktivitas dan objek penelitian melalui perangkat kamera digital.

Seluruh serasah yang terdapat dalam setiap plot terlebih dahulu dikumpulkan, lalu dimasukkan ke dalam wadah plastik. Setelah itu, bobot basah serasah tersebut ditimbang, kemudian dipilih sejumlah 100 gram sebagai sampel utama. Sampel serasah selanjutnya dibawa ke Laboratorium Botani Program Studi Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry untuk proses analisis lebih lanjut.

Pengolahan sampel serasah meliputi pengeringan menggunakan oven selama 48 jam. Selanjutnya dilakukan penimbangan untuk berat kering serasah.

#### **Parameter Penelitian**

Parameter yang dihitung dalam penelitian ini adalah; 1) berat basah total merupakan biomassa serasah yang belum dikeringkan, 2) berat basah sub sampel merupakan berat awal yang di peroleh setelah terkumpul sampel serasah yang belum di keringkan, 3) Jumlah berat kering biomassa mencerminkan akumulasi keseluruhan massa kering dari materi organik yang dihasilkan oleh sisa-sisa tumbuhan yang terdeposit di permukaan tanah, 4) karbon total merupakan berat kering total dari semua bahan organik dan jumlah karbon yang tersimpan dalam lapisan serasah juga sebagai jumlah estimasi karbon serasah. Dalam penelitian ini, material yang dimanfaatkan berupa serasah daun yang ditemukan di lapisan paling atas tanah.



### **Teknik Analisis Data**

Data yang diperoleh nantinya dianalisis dengan pendekatan kuantitatif. Metode yang digunakan dalam analisis data secara kuantitatif mencakup:

1. Analisis Data Estimasi Biomassa dan Karbon Serasah
  - a. Biomassa Sampel

$$B = \frac{BKS \times BBT}{BBS}$$

Keterangan:

B : Biomassa Total (kg)

BBT : Berat Basah Total (kg)

BBS : Berat Basah Sub Sampel (kg)

BKS : Berat Kering Sub Sampel (kg) (Lugina *et al.*, 2011).

- b. Perhitungan Karbon dari Biomassa

Karbon dihitung berdasarkan data biomassa yang diperoleh pada serasah.

$$C = B \times \% C.Organik$$

Keterangan:

C : Kandungan karbon dari biomassa (kg)

B : Total biomassa (kg)

%C organik : Nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47 menggunakan nilai persentase kandungan karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium (Lugina *et al.*, 2011).

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Biomassa Serasah di Kawasan Aliran Mata Air Panas Gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang**

Berdasarkan hasil penelitian terkait estimasi biomassa dan karbon pada serasah, dapat diketahui bahwa proses penentuan biomassa serasah dilakukan dengan mengacu pada jumlah keseluruhan berat basah yang terkumpul. Rata-rata biomassa serasah yang diperoleh dari kawasan aliran mata air panas gunung Jaboi, yang terletak di Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang, tercantum dalam tabel di bawah ini:

Tabel 1. Nilai Biomassa Serasah di Kawasan Aliran Mata Air Panas Gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang

Stasiun	Titik	Plot	BKS (gr)	BKS (kg)	BBT (gr)	BBT (kg)	BBS (gr)	BBS (kg)	Biomassa (kg)
1	1	1	36,35	0,036	280	0,280	100	0,1	0,102
		2	43,34	0,043	250	0,250	100	0,1	0,108
		3	39,15	0,039	200	0,200	100	0,1	0,078
	2	1	40,73	0,041	300	0,300	100	0,1	0,122
		2	25,78	0,026	270	0,270	100	0,1	0,070
		3	34,61	0,035	320	0,320	100	0,1	0,111
	3	1	50,23	0,050	250	0,250	100	0,1	0,126
		2	44,45	0,044	260	0,260	100	0,1	0,116
		3	40,44	0,040	260	0,260	100	0,1	0,105
	4	1	49,53	0,050	200	0,200	100	0,1	0,099
		2	32,85	0,033	230	0,230	100	0,1	0,076
		3	32,1	0,032	330	0,330	100	0,1	0,106
	5	1	34,37	0,034	100	0,100	100	0,1	0,034
		2	39,07	0,039	150	0,150	100	0,1	0,059
		3	28,76	0,029	240	0,240	100	0,1	0,069
	6	1	37,76	0,038	230	0,230	100	0,1	0,087
		2	43,48	0,043	200	0,200	100	0,1	0,087
		3	68,49	0,068	200	0,200	100	0,1	0,137
Total									1,691
Rata-rata									0,094
2	1	1	70,56	0,071	200	0,200	100	0,1	0,141
		2	38,8	0,039	210	0,210	100	0,1	0,081
		3	63,77	0,064	150	0,150	100	0,1	0,096
	2	1	50,80	0,051	190	0,190	100	0,1	0,097
		2	48,92	0,049	190	0,190	100	0,1	0,093
		3	53	0,053	260	0,260	100	0,1	0,138
	3	1	44,86	0,045	180	0,180	100	0,1	0,081
		2	41,40	0,041	210	0,210	100	0,1	0,087
		3	43,95	0,044	190	0,190	100	0,1	0,084
	4	1	63,02	0,063	260	0,260	100	0,1	0,164
		2	42,06	0,042	150	0,150	100	0,1	0,063
		3	40,98	0,041	200	0,200	100	0,1	0,082
	5	1	60,20	0,060	230	0,230	100	0,1	0,138
		2	35,20	0,035	210	0,210	100	0,1	0,074
		3	45,88	0,046	320	0,320	100	0,1	0,147
	6	1	38,69	0,039	120	0,120	100	0,1	0,046
		2	50,20	0,050	200	0,200	100	0,1	0,100
		3	63,69	0,064	190	0,190	100	0,1	0,121
Total									1,833
Rata-rata									0,102
3	1	1	33,53	0,034	300	0,300	100	0,1	0,101
		2	52,4	0,052	250	0,250	100	0,1	0,131
		3	83,82	0,084	300	0,300	100	0,1	0,251
	2	1	54	0,054	270	0,270	100	0,1	0,146
		2	53,7	0,054	250	0,250	100	0,1	0,134
		3	57,5	0,058	300	0,300	100	0,1	0,173

Stasiun	Titik	Plot	BKS (gr)	BKS (kg)	BBT (gr)	BBT (kg)	BBS (gr)	BBS (kg)	Biomassa (kg)
3	3	1	39,54	0,040	200	0,200	100	0,1	0,079
		2	42,05	0,042	320	0,320	100	0,1	0,135
		3	39,03	0,039	250	0,250	100	0,1	0,098
	4	1	39,45	0,039	270	0,270	100	0,1	0,107
		2	34,35	0,034	280	0,280	100	0,1	0,096
		3	52,62	0,053	250	0,250	100	0,1	0,132
	5	1	36,78	0,037	200	0,200	100	0,1	0,074
		2	33,71	0,034	230	0,230	100	0,1	0,078
		3	76,20	0,076	220	0,220	100	0,1	0,168
	6	1	43,05	0,043	320	0,320	100	0,1	0,138
		2	51,78	0,052	310	0,310	100	0,1	0,161
		3	77,86	0,078	200	0,200	100	0,1	0,156
Total								2,354	
Rata-rata								0,131	
4	1	1	52,53	0,053	210	0,210	100	0,1	0,110
		2	41,37	0,041	400	0,400	100	0,1	0,165
		3	51,98	0,052	230	0,230	100	0,1	0,120
	2	1	79,86	0,080	280	0,280	100	0,1	0,224
		2	68,06	0,068	220	0,220	100	0,1	0,150
		3	35,31	0,035	210	0,210	100	0,1	0,074
	3	1	41,02	0,041	260	0,260	100	0,1	0,107
		2	61,55	0,062	160	0,160	100	0,1	0,098
		3	53,17	0,053	350	0,350	100	0,1	0,186
	4	1	56,77	0,057	200	0,200	100	0,1	0,114
		2	31,67	0,032	230	0,230	100	0,1	0,073
		3	72,51	0,073	220	0,220	100	0,1	0,160
	5	1	51,77	0,052	330	0,330	100	0,1	0,171
		2	47,33	0,047	190	0,190	100	0,1	0,090
		3	44,15	0,044	260	0,260	100	0,1	0,115
	6	1	37,85	0,038	210	0,210	100	0,1	0,079
		2	42,03	0,042	200	0,200	100	0,1	0,084
		3	43,65	0,044	250	0,250	100	0,1	0,109
Total								2,228	
Rata-rata								0,124	
BIOMASSA SERASAH TOTAL								8,106	
BIOMASSA SERASAH RATA-RATA								2,027	

Keterangan:

BBT : Berat Basah Total (kg)

BBS : Berat Basah Sub Sampel (kg)

BKS : Berat Kering Sub Sampel (kg)

Merujuk pada data yang ada dalam Tabel 1, ditemukan bahwa akumulasi biomassa karbon dari serasah pada masing-masing stasiun, mulai dari stasiun 1 hingga stasiun 4, menunjukkan variasi jumlah yang cukup signifikan. Jumlah keseluruhan

biomassa serasah yang terukur di seluruh stasiun mencapai 8,106 kg/m<sup>2</sup>, dengan nilai rata-rata sebesar 2,027 kg/m<sup>2</sup>. Di antara keempat lokasi pengambilan sampel, stasiun 3 menampilkan nilai biomassa serasah paling tinggi baik dari segi total, yaitu 2,354 kg/m<sup>2</sup>, maupun rata-rata per satuan luas, yakni 0,131 kg/m<sup>2</sup>. Sebaliknya, jumlah biomassa serasah paling rendah ditemukan di stasiun 1, dengan total biomassa serasah sebesar 1,691 kg/m<sup>2</sup> dan rerata hanya 0,094 kg/m<sup>2</sup>.

Hasil biomassa serasah di setiap stasiun berbeda karena karakteristik vegetasi dan kondisi lingkungan di masing-masing stasiun berbeda. Stasiun 1 dan 2 berada dekat permukiman, sehingga tegakan pohon cenderung lebih jarang dan kurang rapat karena area ini mungkin banyak dibuka untuk kebun atau jalan, sehingga jumlah serasah yang dihasilkan relatif lebih sedikit. Stasiun 3 yang berdekatan dengan hutan alami, tegakan pohon lebih rapat dan tinggi, sehingga terjadi persaingan antar pohon yang intens untuk memperoleh sinar matahari. Akibatnya, produksi serasah di stasiun ini cenderung lebih tinggi. Stasiun 4 sepanjang aliran sungai mungkin memiliki tegakan yang tidak terlalu rapat dan bervariasi tergantung jenis pohon yang dominan di tepi sungai, sehingga biomassa serasah juga bervariasi.

Hal ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa tingkat kerapatan tajuk atau tegakan sangat berpengaruh terhadap jumlah serasah yang jatuh. Semakin rapat susunan pohon, semakin tinggi produksi serasah karena banyak daun, ranting, dan bahan organik lain yang gugur. Sebaliknya, jika tegakan lebih jarang, serasah yang dihasilkan lebih sedikit (Budiman, 2015).

## **2. Karbon Serasah di Kawasan Aliran Mata Air Panas Gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang**

Perhitungan nilai karbon serasah dilakukan untuk mengestimasi kandungan karbon yang tersimpan, dengan menggunakan data biomassa sebagai dasar perhitungannya. Tabel berikut menampilkan jumlah karbon yang terkandung dalam serasah pada kawasan aliran mata air panas gunung Jaboi, wilayah Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang.

Tabel 2. Nilai karbon serasah di Kawasan Aliran Mata Air Panas Gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang

Stasiun	Titik	Plot	Biomassa (kg)	Karbon (kg)
1	1	1	0,102	0,048
		2	0,108	0,051
		3	0,078	0,037

Stasiun	Titik	Plot	Biomassa (kg)	Karbon (kg)
1	2	1	0,122	0,057
		2	0,070	0,033
		3	0,111	0,052
	3	1	0,126	0,059
		2	0,116	0,054
		3	0,105	0,049
	4	1	0,099	0,047
		2	0,076	0,036
		3	0,106	0,050
	5	1	0,034	0,016
		2	0,059	0,028
		3	0,069	0,032
	6	1	0,087	0,041
		2	0,087	0,041
		3	0,137	0,064
	<b>Total</b>		<b>1,691</b>	<b>0,795</b>
	<b>Rata-rata</b>		<b>0,094</b>	<b>0,044</b>
2	1	1	0,141	0,066
		2	0,081	0,038
		3	0,096	0,045
	2	1	0,097	0,045
		2	0,093	0,044
		3	0,138	0,065
	3	1	0,081	0,038
		2	0,087	0,041
		3	0,084	0,039
	4	1	0,164	0,077
		2	0,063	0,030
		3	0,082	0,039
	5	1	0,138	0,065
		2	0,074	0,035
		3	0,147	0,069
	6	1	0,046	0,022
		2	0,100	0,047
		3	0,121	0,057
	<b>Total</b>		<b>1,833</b>	<b>0,861</b>
	<b>Rata-rata</b>		<b>0,102</b>	<b>0,048</b>
3	1	1	0,101	0,047
		2	0,131	0,062
		3	0,251	0,118
	2	1	0,146	0,069
		2	0,134	0,063
		3	0,173	0,081
	3	1	0,079	0,037
		2	0,135	0,063
		3	0,098	0,046
	4	1	0,107	0,050
		2	0,096	0,045
		3	0,132	0,062



Stasiun	Titik	Plot	Biomassa (kg)	Karbon (kg)
3	5	1	0,074	0,035
		2	0,078	0,036
		3	0,168	0,079
	6	1	0,138	0,065
		2	0,161	0,075
		3	0,156	0,073
Total			2,354	1,106
Rata-rata			0,131	0,061
4	1	1	0,110	0,052
		2	0,165	0,078
		3	0,120	0,056
	2	1	0,224	0,105
		2	0,150	0,070
		3	0,074	0,035
	3	1	0,107	0,050
		2	0,098	0,046
		3	0,186	0,087
	4	1	0,114	0,053
		2	0,073	0,034
		3	0,160	0,075
	5	1	0,171	0,080
		2	0,090	0,042
		3	0,115	0,054
	6	1	0,079	0,037
		2	0,084	0,040
		3	0,109	0,051
Total			2,228	1,047
Rata-rata			0,124	0,058
KARBON SERASAH TOTAL				3,809
KARBON SERASAH RATA-RATA				0,952

Data yang terdapat dalam tabel tersebut memperlihatkan adanya perbedaan potensi karbon serasah di setiap lokasi pengamatan. Jumlah keseluruhan karbon serasah yang terakumulasi dari keempat stasiun mencapai 3,809 kg/m<sup>2</sup>, sedangkan nilai rata-ratanya sebesar 0,952 kg/m<sup>2</sup>. Akumulasi karbon serasah paling besar terdapat pada stasiun 3 yakni dengan karbon serasah total 1,106 kg/m<sup>2</sup> dengan nilai rata-rata karbon serasah 0,061 kg/m<sup>2</sup>. Di sisi lain, stasiun 1 memiliki tingkat karbon serasah paling rendah, yaitu total 0,795 kg/m<sup>2</sup> dengan rata-rata 0,044 kg/m<sup>2</sup>.

Berdasarkan hasil penelitian, jumlah biomassa dan estimasi karbon di kawasan aliran air mata air panas gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang, tercatat lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu oleh Ratna (2023) mengenai *Estimasi Karbon Serasah di Kawasan Manifestasi Geotermal Gunung Jaboi Kecamatan Sukajaya Kota Sabang*. Dalam penelitian tersebut menunjukkan nilai

biomassa total serasah dari 4 stasiun penelitian yaitu sebesar 7,781 kg/m<sup>2</sup> dan rerata 1,945 kg/m<sup>2</sup>. Sedangkan karbon serasah total sebesar 3,488 kg/m<sup>2</sup> dan karbon serasah rata-rata sekitar 0,872 kg/m<sup>2</sup>.

Perbedaan ini dipengaruhi oleh variasi kondisi lingkungan antara kedua lokasi penelitian, seperti perbedaan kerapatan vegetasi serta jenis spesies penyusun tegakan. Kondisi di kawasan aliran mata air panas gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang memiliki vegetasi yang lebih rapat sehingga potensi masukan serasah lebih tinggi yang dapat berkontribusi terhadap akumulasi biomassa yang lebih besar dibandingkan kawasan geothermal gunung Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang.

Selain itu, perbedaan jumlah biomassa dan jumlah karbon pada penelitian disebabkan karena beberapa faktor diantaranya, lokasi, kondisi tanah, kerapatan tajuk, jenis spesies serta dominansi beberapa pohon besar (yang memiliki basal area dan volume tinggi) dapat meningkatkan produksi serasah. Jenis spesies serta sifat litternya, seperti rasio C/N, lignin, dan kandungan nutrisi lainnya, memengaruhi kecepatan dekomposisi dan kualitas serasah yang terdeposit (Mekonnen, 2020).

Selain itu faktor lainnya yang juga mempengaruhi adalah faktor iklim, seperti curah hujan, suhu, dan musim. Kondisi yang kering umumnya memicu peningkatan jumlah serasah yang gugur, sedangkan kondisi lembap dapat mempercepat proses dekomposisi sehingga mengurangi akumulasi serasah di lantai hutan. Hal ini dapat dilihat pada tabel faktor fisik dan kimia berikut :

Tabel 3. Tabel pengukuran faktor fisik-kimia di Kawasan Aliran Mata Air Panas Jaboi Kecamatan Sukajaya, kota Sabang

No	Stasiun	Faktor fisik-kimia				
		Kelembaban tanah (%)	pH tanah	Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (%)	Cahaya (Lux)
1.	I	6,2	4,4	31	82	927
2.	II	6,2	5	33,5	50	779
3.	III	6,5	5,5	30,1	57	819
4.	IV	6,5	5	33,5	50	999

Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa stasiun 1 yang memiliki biomassa serasah paling rendah dibandingkan stasiun 2, 3 dan 4, hal ini berkaitan dengan faktor fisik dan kimia dimana pada stasiun 3 memiliki kelembaban tanah 6,2, %, pH tanah 4,4 dengan kategori asam, suhu yang rendah yaitu 31°C tetapi memiliki tingkat kelembaban udara yang paling tinggi yaitu 82%. Hal ini menyebabkan *input* serasah cenderung rendah karena pH tanah sangat asam yaitu 4,4 yang dapat menekan pertumbuhan dan perakaran tanaman

serta menurunkan ketersediaan hara, hal ini umumnya menurunkan produktivitas tegakan dan produksi serasah yang gugur (Lucy, 2024).

Sedangkan suhu udara 31 °C dan kelembaban 82% mendukung aktivitas mikroba/jamur jika substrat cukup lembap, sehingga dapat mempercepat dekomposisi dan mengurangi akumulasi serasah di lantai hutan. Namun, kelembaban tanah 6,2% menunjukkan kondisi sangat kering di lantai hutan, yang biasanya membatasi dekomposisi (air menjadi faktor pembatas difusi enzim/substrat). Laju dekomposisi dan respirasi tanah mencapai maksimum pada kelembaban menengah dan turun pada kondisi terlalu kering atau terlalu basah. Sehingga pada kelembaban tanah 6,2% (kering), dekomposisi kemungkinan tertahan (Moyano, 2012).

Berdasarkan hal diatas, dapat dikatakan bahwa input serasah rendah (akibat pH asam) dan dekomposisi yang cenderung terhambat (karena tanah kering dan keasaman), stok serasah yang teramat bisa rendah hingga sedang. Jika sesekali terjadi pembasahan baik hujan atau embun pada suhu hangat, dekomposisi dapat melonjak sementara dan menurunkan stok serasah pada saat itu. Kecepatan dekomposisi dipengaruhi secara positif oleh faktor-faktor lingkungan seperti parameter iklim antara lain temperatur, tingkat kelembapan, serta paparan cahaya dan juga ciri-ciri edafik. Karakteristik edafik yang berperan meliputi unsur fisik tanah misalnya tingkat porositas dan suhu tanah, aspek kimiawi seperti pH, kandungan bahan organik, kadar karbon-organik, serta nitrogen-total, disamping aspek biologis berupa aktivitas respirasi tanah (Rusdiana *et al.*, 2024).

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil penelitian keanekaragaman vegetasi semak di kawasan aliran mata air panas Jaboi, Kecamatan Sukajaya, Kota Sabang, menunjukkan bahwa total biomassa serasah mencapai 8,106 kg/m<sup>2</sup> dengan nilai rata-rata biomassa serasah 2,027 kg/m<sup>2</sup>. Sedangkan kandungan karbon total dalam serasah sebesar 3,809 kg/m<sup>2</sup> dengan rata-rata 0,952 kg/m<sup>2</sup>. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa Stasiun 3 menjadi lokasi dengan kuantitas biomassa dan karbon tertinggi, sedangkan Stasiun 1 memiliki tingkat terendah. Jika dibandingkan dengan penelitian di Taman Wisata Alam Iboih Sabang pada penelitian terdahulu, capaian biomassa dan karbon di area Jaboi lebih besar. Hal tersebut erat kaitannya dengan tingginya kepadatan vegetasi, variasi spesies yang membentuk

komunitas tegakan semak, dan besaran potensi serasah yang dihasilkan, yang memberikan kontribusi signifikan terhadap total biomassa dan karbon di kawasan ini. Variasi antarstasiun dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia tanah (pH, kelembapan), faktor klimatis (suhu, kelembapan udara), serta karakteristik serasah yang memengaruhi laju dekomposisi. Temuan ini menegaskan bahwa perbedaan kondisi lingkungan berperan penting dalam menentukan stok biomassa dan karbon serasah pada ekosistem hutan.

## DAFTAR REFERENSI

- Aldrian, E., Budiman, & Mimin Karmini. (2011). *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Jakarta: Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara Kedeputian Bidang Klimatologi (BMKG)
- Anggraeni, P. D., Mahmudati, N., & Hudha, A. M. (2021). Analisis Serapan Karbon Dioksida Pada Hutan Lindung Gunung Banyak Kota Batu. In *Prosiding Seminar Nasional VI Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang* (pp. 275–282). Universitas Muhammadiyah Malang. <http://research-report.umm.ac.id/index.php/psnpb/article/view/4762>
- Drupadi, T.A., Ariyanto, D.P., & Sudadi, S. (2021). Pendugaan Kadar Biomassa Dan Karbon Tersimpan Pada Berbagai Kemiringan Dan Tutupan Lahan di KHDTK Gunung Bromo UNS. *Jurnal Agrikultura*, 32(2), 112–119. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i2.32344>
- Febriana, S., Silistijorini & Kusmana, C. (2016). Litter Decomposition Rate Of *Avicennia marina* and *Rhizophora apiculata* in Pulau Dua Nature Reserve, Banten. *Journal of Tropical Life Science*, 6(2), 91-96. <https://doi.org/10.11594/jtls.06.02.05>
- Andaliani, F., Amna, N., & Hidayat, M. (2019). Estimasi Stok Karbon Tanah di Kawasan Pegunungan Iboih Kota Sabang. In *Prosiding Seminar Nasional Biotik* (pp. 36–38). Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. <https://doi.org/10.22373/pbio.v7i1.9705>
- Jayanthi, S., & Arico, Z. (2017). Laju dekomposisi serasah hutan Taman Nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun. In *Prosiding Seminar Nasional MIPA III* (pp. 312–317). ISBN: 978-602-50939-0-6.
- Kusumaningtyas, dkk., (2013). Pengelolaan Hutan Dalam Mengatasi Alih Fungsi Lahan Hutan di Wilayah Kabupaten Subang. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 13(2) 1–11. <https://doi.org/10.29313/jpwk.v13i2.1389>
- Kusumaningtyas, D., Satria, A., & Nugroho, B. (2013). Pengelolaan Hutan dalam Mengatasi Alih Fungsi Lahan Hutan di Wilayah Kabupaten Subang. *Jurnal*

Perencanaan Wilayah dan Kota, 13(2), 1-11.  
<https://doi.org/10.29313/jpwk.v13i2.1389>

- Lal and Bruce. (2012). *Carbon Sequestration in Forest Ecosystems*. Springer.
- Bell, L. E., Moir, J. L., & Black, A. D. (2024). The Effects of Soil Acidity and Aluminium on the Root Systems and Shoot Growth of *Lotus pedunculatus* and *Lupinus polyphyllus*. *Plants*, 13(16), 2268. <https://doi.org/10.3390/plants13162268>
- Lugina, M., Ginoga, K. L., Wibowo, A., Bainnaura, A., Partiani, T., & Indonesia, R.. (2011). *Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk pengukuran dan perhitungan stok karbon di kawasan konservasi*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan
- Marwan, A., Sugianto, D., Muzakir, & Medi. (2018). Aplikasi Metode Resistivitas untuk Pertanian pada Area Geothermal Jaboi-Sabang. *Journal of Aceh Physics Society*, 7(2), 102–105. <https://jurnal.usk.ac.id/JAcPS/article/view/11143>
- Giweta, Mekonnen. (2020). Role Of Litter Production and Its Decomposition, and Factors Affecting The Processes In A Tropical Forest Ecosystem: A Review. *Journal of Ecology and Environment*, 44, 11. <https://doi.org/10.1186/s41610-020-0151-2>
- Moyano, F. E., Vasilyeva, N., Bouckaert, L., Cook, F., Craine, J., Curiel Yuste, J., Don, A., Epron, D., Formanek, P., Franzluebbers, A., Ilstedt, U., Kätterer, T., Orchard, V., Reichstein, M., Rey, A., Ruamps, L., Subke, J.-A., Thomsen, I. K., & Chenu, C. (2012). The moisture response of soil heterotrophic respiration: Interaction with soil properties. *Biogeosciences*, 9(3), 1173–1182. <https://doi.org/10.5194/bg-9-1173-2012>
- Nofrianto, A. T. Ratnaningsih, & M. Ikhwan. (2018). Pendugaan Potensi Karbon Tumbuhan Bawah dan Serasag di Arboretum Universitas Lancang Kuning. *Wahana Forestra. Jurnal Kehutanan*, 13(2), 144-155. <https://doi.org/10.31849/forestra.v13i2.1568>
- Huda, N., Rahmi, R., & Amin, N. (2019). Biomassa Karbon Serasah di Pegunungan Iboih Kecamatan Sukakarya Kota Sabang. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 7(1), 30–35. <https://doi.org/10.22373/pbio.v7i1.9704>
- Paradika, G. Y., Kissinger, K., & Rezekiah, A. A. (2021). Pendugaan Cadangan Karbon Vegetasi di Sempadan Sungai Pada Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Sylva Scienteeae*. 4(1). 98-106. <https://doi.org/10.20527/jss.v4i1.3098>
- Ponisri & Farida, A. (2023). Estimasi Karbon Pada Serasah dan Tegakan Dominan di Hutan Produksi Makbon KPHP Kabupaten Sorong. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 10(2), 63-69. <https://doi.org/10.31258/dli.10.2.p.63-69>



- Rahmila, Y. I., Yulianto, B., & Muhammad, F., Laju Dekomposisi Serasah. (2025). Laju Dekomposisi Serasah. In *Seminar Nasional Geografi II* (pp. 1-10). Universitas Diponegoro. Diakses dari <https://docpak.undip.ac.id/id/eprint/10187/1/2019.pdf>.
- Ratna Yusnita. (2023). *Estimasi Karbon Serasah di Kawasan Manifestasi Geotermal Gunung Jaboi Kecamatan Sukajaya Kota Sabang*. Banda Aceh: UIN Ar-Raniry
- Yusnita, R. (2023). Estimasi Karbon Serasah di Kawasan Manifestasi Geotermal Gunung Jaboi Kecamatan Sukajaya Kota Sabang. Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh. Retrieved from <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/33877/>
- Hawari, Rifqi. (2022). Estimasi Stok Karbon Serasah di Kawasan Konservasi Taman Wisata Alam Iboih Sabang. Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh. Retrieved from <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/39918/>
- Rinaldi Mirsa R, Saputra E, Ningsih T. (2021). Kajian Orientasi Spasial pada Kawasan Wisata Gampong Jaboi Di Kota Sabang. *Jurnal Asitekno*. 8(2). 68-78. <https://doi.org/10.29103/arj.v8i2.4290>
- Ristiara, L. (2016). *Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Rakyat di Pekon Kelungu Kabupaten Tanggamus*. Bandar Lampung: Universitas Lampung
- Rusdiana, O., Winata, B., & Salsabila, J. (2024). *Laju Dekomposisi Serasah Daun pada Kelas Kerapatan I dan II di Zona Rehabilitasi Taman Nasional Gunung Halimun Salak*. Institut Pertanian Bogor : IPB University.
- Sasono, dkk.. (2022). *Manajemen Penebangan Hutan*. Yogyakarta: CV Andi Offset
- Shafitri, S., Nugroho, A., & Santoso, B. (2017). Analisis Deforestasi Hutan di Provinsi Riau dengan Metode Polarimetrik dalam Pengindraan Jauh. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 7(1), 214–224. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2017.19330>
- Sribianti, R., Santoso, B., & Rahman, F. (2022). Estimasi Biomassa, Cadangan Karbon, Produksi O<sub>2</sub> Dan CO<sub>2</sub> Tegakan Hutan di Taman Hutan Raya. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 14(1), 65–74. <https://doi.org/10.24259/jhm.v14i1.18022>
- Sudomo, A., & Widiyanto, A. (2017). Produktifitas Serasah Sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan Sumbangannya Bagi Unsur Kimia Makro Tanah. In *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS* (pp. 561–569). Universitas Muhammadiyah Surakarta. [https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/9173/semnasg eo2017\\_49.pdf?sequence=1](https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/9173/semnasg eo2017_49.pdf?sequence=1)
- Uthbah, Z., Sudiana, E., Yani, E. (2017). Analisis Biomasa dan Cadangan Karbon pada Berbagai Umur Tegakan Damar (*Agathis dammara* (Lamb.) Rich.) di KPH Banyumas Timur. *Scripta Biologica*, 4(2), 119-124. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.2.404>