

# Estimasi Simpanan Karbon Hutan di Resort Pengelolaan Hutan (RPH) Alue Geulima Tahura Pocut Meurah Intan Aceh Besar

## Estimation of Forest Carbon Stocks in RPH Alue Geulima Tahura Pocut Meurah Intan, Aceh Besar

SUBHAN\*, ILHAM HANAFI, PUTRI ROSALINDA, ALI MUHAMMAD MUSLIH, DURRAH HAYATI

*Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Jl. Tgk. Hasan Krueng Kalee No. 3, Syiah Kuala, Banda Aceh 23111*

Diterima 5 Desember 2022/Disetujui 19 April 2023

Forests are natural resources that play an essential role in climate change mitigation. Rising earth temperatures are causing climate change, which is driven by an increase in greenhouse particles, one of which is carbon particles. Human actions generate carbon particles. The amount of carbon absorbed and stored is critical to understanding and serves as a measure of forest condition. The study's goal is to determine the amount of carbon stored in the Alue Geulima forest in Tahura Pocut Meurah Intan. The Alue Geulima Forest is a representative conservation area with high biodiversity and forest cover. Nested plot methods (in metres): tree level (20 × 20); pole level (10 × 10) and sapling level (5 × 5). Placement of plots systematically (uniform spacing) and the initial plots were placed randomly. The number of plots is 25 plots, sampling of intensity 0.5% represents 200 ha of Alue Geulima forest. The results showed that the value of carbon stocks stored in various strata of stands (trees, poles and saplings) found in 25 measuring plots reached 3,483.76 tons or the average reached the highest in RPH Alue Geulima found at the tree level, namely 2,338.41 tons ha<sup>-1</sup>. The total carbon stock stored above ground level in the Alue Geulima Tahura PMI Aceh Besar RPH as a whole is 139.35 tons ha<sup>-1</sup> with total carbon stocks per 200 ha Alue Geulima RPH forest area of 27,870.08 tons.

Key words: Carbon Stock, Forest Cover, Volume, Biodiversity, Alue Geulima

### PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara yang memiliki luas hutan tropis terluas ke-3 di dunia memiliki kontribusi dalam mengendalikan perubahan iklim. Sektor kehutanan diharapkan menjadi penyokong utama pengendalian gas rumah kaca melalui menyimpan karbon dengan target mencapai *zero net sink* pada tahun 2030 (KLHK 2022). Sumber daya hutan memiliki potensi keanekaragaman hayati dan penyerapan karbon yang tinggi. Peningkatan penyerapan cadangan karbon dapat dilakukan dengan meningkatkan pertumbuhan biomassa hutan secara alami, menambah jenis tanaman berkayu dan mengurangi penebangan serta mengembangkan hutan dengan jenis pohon yang cepat tumbuh (Lasco *et al.* 2006; Muhartati 2016). Kandungan karbon yang tersimpan di dalam hutan disebut sebagai cadangan karbon (IPCC 2006). Jumlah cadangan karbon yang berada di atas permukaan tanah yang didominasi oleh pohon hidup lebih besar daripada kedua sumber

lainnya (Pearson *et al.* 2007; Anshori 2016). Perhitungan cadangan karbon memiliki potensi untuk dilakukan baik untuk kepentingan ekologi (mencegah emisi karbon, memelihara kualitas lingkungan yang ada di kawasan hutan serta menjaga kestabilan ekosistem) dan kepentingan ekonomi (perdagangan karbon).

Provinsi Aceh merupakan salah satu provinsi di Pulau Sumatera yang memiliki tutupan hutan terluas. Provinsi Aceh memiliki luas 5.736.557 ha dengan komposisi utama berupa hutan seluas 65,1% atau setara dengan 3.335.713 ha (BAPPEDA 2020). Seluruh Kawasan hutan di Aceh telah terbagi dalam Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH). Salah satu KPH yang memiliki potensi hutan yang cukup baik adalah KPH Taman Hutan Raya (KPH Tahura) Pocut Meurah Intan (PMI) (Usman 2013).

Taman Hutan Raya (Tahura) Pocut Meurah Intan (PMI) merupakan kawasan hutan konservasi yang secara administratif terletak di antara Kabupaten Aceh Besar dan Kabupaten Pidie Provinsi Aceh. Kawasan hutan yang memiliki luas ±6.220 ha ini terbagi menjadi dua Bagian Kesatuan Pengelolaan Hutan (BKPH) yaitu Seulawah Agam dan

\*Penulis korespondensi:  
E-mail: [subhan@unsyiah.ac.id](mailto:subhan@unsyiah.ac.id)

Seulawah Inong yang memiliki masing-masing Resort Pengelolaan Hutan (RPH) (Daud 2017). Pada kedua BKPH tersebut dijumpai beberapa tipe tutupan hutan yaitu hutan primer, hutan sekunder, kebun campuran, hutan pinus, kebun pisang, dan semak belukar. Tipe tutupan hutan dengan katagori hutan primer dan sekunder merupakan kawasan hutan dengan cadangan karbon yang tinggi dan harus dipertahankan serta jika dimungkinkan dapat ditingkatkan melalui penanaman. Kawasan hutan di wilayah RPH Alue Geulima BKPH Seulawah Inong menjadi salah satu bagian dari KPH Tahura PMI yang memiliki potensi sumberdaya hutan yang masih baik dan memiliki potensi cadangan carbon tinggi.

Berdasarkan pemikiran tersebut, maka penelitian tentang pendugaan cadangan karbon di atas permukaan tanah di RPH Alue Geulima Tahura PMI Aceh Besar sangat perlu untuk dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis pohon penyusun hutan dan mengetahui besarnya cadangan karbon yang tersimpan di atas permukaan tanah di RPH Alue Geulima Tahura PMI Aceh Besar.

## BAHAN DAN METODE

**Lokasi Penelitian dan Plot Sampel.** Lokasi penelitian ini terletak pada wilayah kerja RPH Alue Geulima BKPH Seulawah Inong KPH Tahura Pocut Meurah Intan yang secara administratif terletak di Desa Suka Mulia Kecamatan Lembah Seulawah Kabupaten Aceh Besar. Penelitian ini dilaksanakan

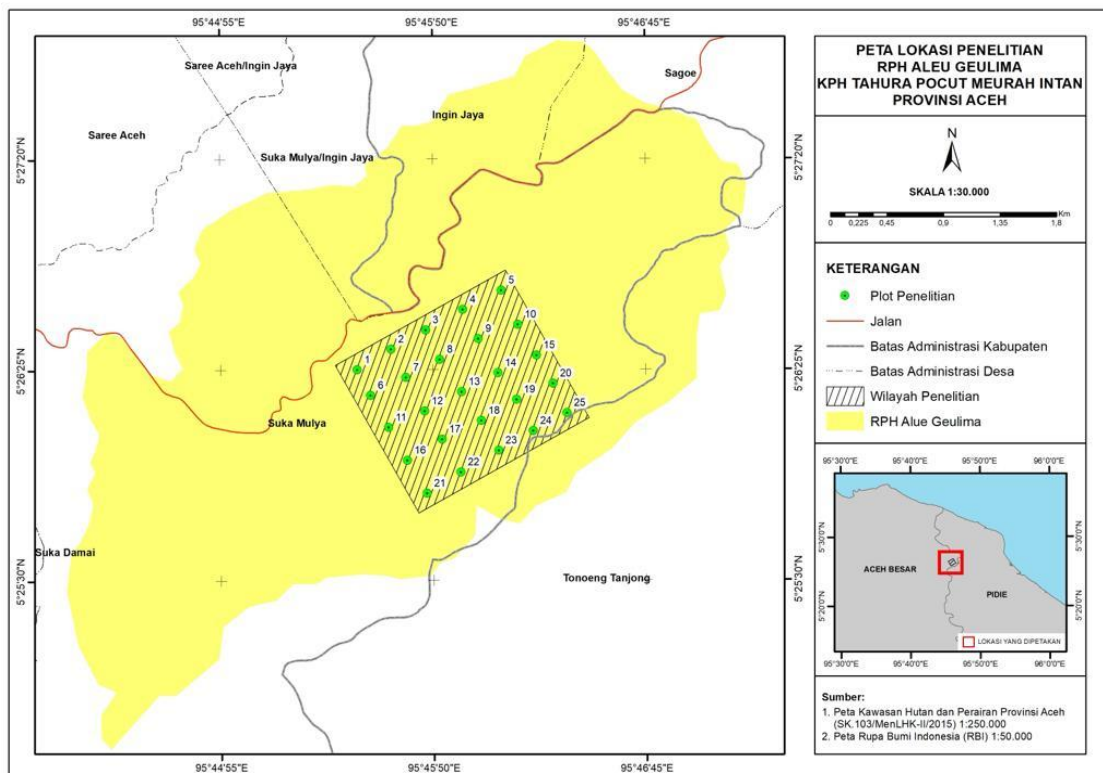
pada Agustus-September 2021. Lokasi penelitian seperti terdapat pada Gambar 1.

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Global Positioning System* (GPS), roll meter, pita meter, tali rafia, busur dan benang (alat ukur tinggi sederhana), dan kamera ponsel. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar pengamatan (*tally sheet*) dan peta lokasi penelitian. Survei awal dilaksanakan dengan tujuan pengurusan izin administrasi dan orientasi lapangan. Dari kegiatan ini diperoleh data awal berupa koordinat dan batas kawasan hutan yang akan diteliti. Disamping itu seluruh peralatan pendukung survei juga disiapkan.

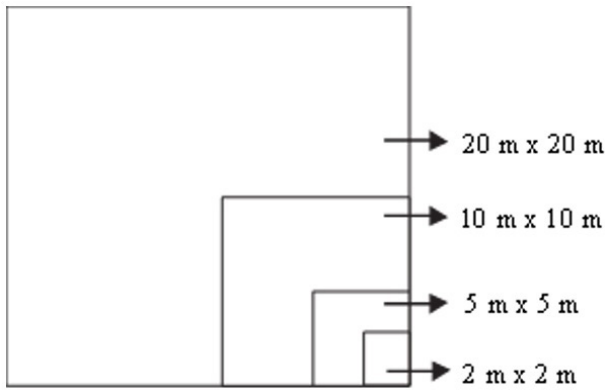
**Metode Penelitian.** Penentuan sampel menggunakan metode *purposive sampling with random start* yaitu metode yang mengambil sampel dengan titik awal ditentukan oleh keinginan peneliti yang sudah dipertimbangkan sesuai kondisi lapangan (Arikunto 2012). Penempatan plot digunakan *uniform systematic distribution sampling* yaitu bentuk plot dan jarak antar plot sama (seragam).

Jumlah plot yang dibuat sebanyak 25 plot dengan luas setiap plot 400 m<sup>2</sup> dan jarak antar plot adalah 150 meter. Penempatan plot sampling menggunakan metode petak bersarang dengan ukuran plot yaitu 20 m × 20 m (untuk tingkat pohon), 10 m × 10 m (untuk tingkat tiang), 5 m × 5 m (untuk tingkat pancang) dan 2 m × 2 m untuk semai. Desain plot seperti terdapat pada Gambar 2.

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1) jenis pohon; 2) diameter pohon; dan 3)



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Desain plot sampling metode petak bersarang

tinggi total pohon. Jenis pohon di peroleh melalui tehnik kunci determinasi, mencocokkan dengan gambar dalam buku panduan atau menanyakan kepada ahli pengenalan pohon (Hendra *et al.* 2019). Potensi simpanan karbon pada tegakan hutan terbesar terdapat pada struktur tegakan pancang, tiang dan pohon. Sedangkan untuk semai hanya dicatat berupa jumlah dan jenis spesies.

Untuk menentukan diameter pohon digunakan persamaan:

$$D = K/\pi$$

Keterangan:

- D = Diameter (cm)
- K = Keliling pohon (cm)
- $\pi = 3,14$ .

Untuk mendapatkan tinggi pohon digunakan persamaan:

$$T = (\tan \alpha \times B) + t$$

Keterangan:

- T = Tinggi pohon (m)
- B = Jarak datar antara pohon dan pengamat
- t = Tinggi pengamat sampai mata (m)
- $\alpha$  = Sudut yang dibentuk dari pengamat ke puncak pohon ( $^{\circ}$ )

Selanjutnya dilakukan perhitungan volume setiap individu pohon dari setiap tingkatan (pancang, tiang dan pohon) menggunakan persamaan berikut (Krisnawati *et al.* 2012):

$$V = \frac{1}{4} \times \pi (D / 100)^2 \times T \times f$$

Keterangan:

- V = Volume pohon ( $m^3$ )
- D = Diameter pohon (cm)
- T = Tinggi pohon (m)
- f = angka bentuk (0,6)

Selanjutnya dari total volume yang diperoleh dapat ditentukan Volume per hektar dengan persamaan berikut:

$$V1 = \Sigma V / A$$

Keterangan:

- V1 = Volume per hektar ( $m^3$ )
- V = Total Volume pohon ( $m^3$ )
- A = Luas areal (Ha)

*Above Ground Biomass* (AGB) dihitung menggunakan formulasi allometrik hutan dipterocarp tropis persamaan tersebut paling akurat digunakan untuk pengolahan data karena sesuai dengan kondisi hutan pada lokasi penelitian. Dalam persamaan allometrik ini komponen pertumbuhan vegetasi yang diperlukan adalah diameter. Adapun data tinggi sekaligus diameter digunakan untuk menghitung volume (Manuri *et al.* 2016). Persamaan yang digunakan:

$$AGB = 0.125 \times D^{2.533}$$

Keterangan:

- AGB = Biomassa pohon (kg)
- D = Diameter pohon (cm)

Potensi simpanan karbon dihitung menggunakan persamaan yang diterbitkan Badan Standarisasi Nasional (BSN 2011):

$$C = BK \times 47\%$$

Keterangan:

- C = Kandungan karbon (kg)
- BK = Biomassa di permukaan tanah (kg)
- 47% = Konstanta

Pada bagian akhir dilakukan perhitungan cadangan carbon dalam setiap Ha berdasarkan cadangan karbon dalam tiap plot menggunakan persamaan berikut (SNI 7724:2011):

$$Cn = \left(\frac{C}{1000}\right) \times \left(\frac{10000}{Lplot}\right)$$

Keterangan:

- Cn = Simpanan karbon dalam tiap Ha plot (ton Ha-1)
- C = Kandungan karbon dalam biomassa per plot (kg)
- Lplot = Luas plot ( $m^2$ )

### HASIL

**Jenis Tumbuhan.** Proses pengumpulan data jenis tumbuhan, keliling dan tinggi pohon dilakukan pada plot yang telah ditentukan. Proses pengumpulan data tersebut dapat di lihat pada Gambar 3. Jenis tumbuhan yang ditemukan pada 25 plot disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan pada 25 plot sampling ditemukan 492 individu atau 22 jenis pada berbagai fase pertumbuhan mulai dari semai hingga pohon.



Gambar 3. Proses pengumpulan data (a) Pengukuran dan pencatatan keliling pohon (b) pengukuran tinggi pohon

Tabel 1. Jenis tumbuhan pada 25 plot

Spesies ( <i>Species</i> )	Semai ( <i>Seedling</i> )	Pancang ( <i>Sapling</i> )	Tiang ( <i>Pool</i> )	Pohon ( <i>Tree</i> )
Meranti merah ( <i>Shorea pinanga</i> )	0	0	2	2
Kayu putih ( <i>Melaleuca leucadendron</i> )	0	0	6	6
Puspa ( <i>Schima wallichii</i> )	5	13	33	33
Kisereh ( <i>Cinnamomum porrectum</i> )	7	18	25	25
Laban ( <i>Vitex pubescens</i> )	0	7	14	14
Tampu ( <i>Baccaurea macrocarpa</i> )	2	5	5	5
Bayur ( <i>Pterospermum javanicum</i> )	0	0	5	5
Beringin ( <i>Ficus benjamina</i> )	0	0	3	3
Rang-rang ( <i>Baccaurea</i> sp.)	5	4	4	4
Jambu hutan ( <i>Syzygium paniculatum</i> )	4	4	5	5
Keranji ( <i>Dialium indum</i> )	0	0	2	2
Karing ( <i>Celtis sumatrana</i> )	2	0	3	3
Kedondong hutan ( <i>Spondias pinnata</i> )	0	0	2	2
Ara ( <i>Ficus pubinervis</i> )	0	6	14	14
Pancal kijang ( <i>Aglaia odoratissima</i> )	7	3	4	4
Pulai ( <i>Alstonia scholaris</i> )	10	9	3	3
Kemiri ( <i>Aleurites moluccana</i> )	0	3	1	1
Kendal ( <i>Cordia dichotoma</i> )	0	1	0	0
Jeruk Kip ( <i>Citrus sinensis</i> )	0	1	3	3
Malaka ( <i>Phyllanthus emblica</i> )	0	1	1	1
Jengkol ( <i>Archidendron pauciflorum</i> )	0	0	2	2
Cermai hutan ( <i>Phyllanthus acidus</i> )	0	1	0	0
Jumlah	42	78	139	233
Total			492	

Komposisi jenis berdasarkan fase pertumbuhan terbanyak ditemukan sebagai berikut: 1) tingkat semai jenis pulai (*Alstonia scholaris*); 2) tingkat pancang jenis kisereh (*Cinnamomum porrectum*); 3) tingkat tiang jenis puspa (*Schima wallichii*); dan 4) tingkat pohon puspa (*Schima wallichii*).

**Volume Tegakan.** Perhitungan volume dilakukan dari tingkat pancang, tiang, dan pohon pada plot penelitian. Volume rata-rata untuk tingkat pancang, tiang, dan pohon pada setiap plot dan konversinya ke luasan hektar dapat dilihat pada Lampiran 1 dan Lampiran 2. Besarnya volume tegakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan volume tegakan tertinggi dari 25 plot terdapat pada strata pohon dengan rata-rata mencapai 222,27 m<sup>3</sup> atau 5.557,31 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. Secara keseluruhan rata-rata volume tegakan dari berbagai tingkat pertumbuhan dari 25 plot ukur mencapai 239,06 m<sup>3</sup> atau 7.773,35 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>.

**Above Ground Biomass (AGB).** Hasil perhitungan AGB pada plot penelitian di hutan Alue Geulima disajikan Gambar 4.

Tabel 2. Volume tegakan

Strata ( <i>Stratum</i> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
Pancang	1,77	718,53
Tiang	14,98	1.497,52
Pohon	222,27	5.557,31
Total	239,06	7.773,35

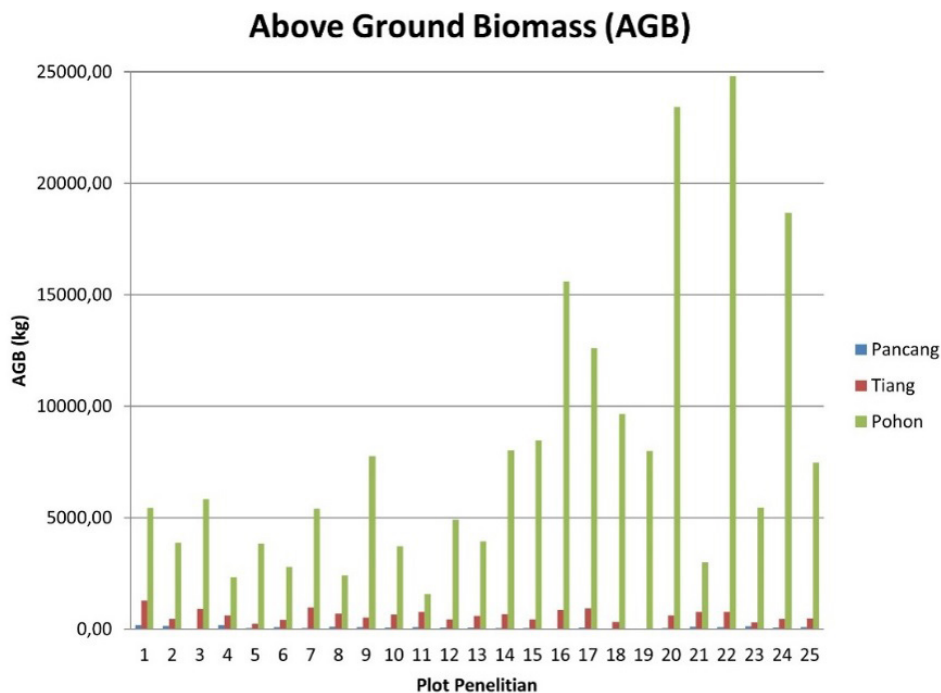
Nilai AGB dipengaruhi banyaknya jumlah individu pada berbagai strata tegakan (pohon, tiang dan pancang) yang ditemukan pada setiap plot. Nilai AGB tertinggi ditemukan pada Plot 22 dengan nilai mencapai 25.665,63 kg. Sedangkan nilai AGB terendah terdapat pada plot 11 (2.428,50 kg).

**Cadangan Karbon.** Pendugaan cadangan karbon yang telah dilaksanakan di kawasan hutan RPH Alue Geulima Tahura PMI Aceh Besar hanya mencakup cadangan karbon di atas permukaan tanah yaitu dari tingkat pancang, tiang, dan pohon.

Besarnya cadangan karbon untuk tingkat vegetasi pancang, tiang, dan pohon pada setiap plot terdapat pada Lampiran 3. Total cadangan karbon berdasarkan struktur tegakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai cadangan karbon tersimpan pada berbagai strata tegakan (pohon, tiang dan pancang) yang ditemukan pada 25 plot ukur mencapai 3.483,76 ton atau rata-rata mencapai 139,35 ton ha<sup>-1</sup>, dengan cadangan karbon total untuk luas kawasan hutan RPH Alue Geulima 200 ha sebesar 27.870,08 ton. Hasil perhitungan cadangan carbon pada setiap plot pengukuran ditunjukkan pada Gambar 5.

Hasil perhitungan perkiraan cadangan karbon (akumulasi seluruh strata tegakan) tertinggi terdapat di plot 22 mencapai 343,59 ton/ha, sedangkan terendah cadangan karbon terdapat di plot 5 yaitu 65,76 ton/ha.

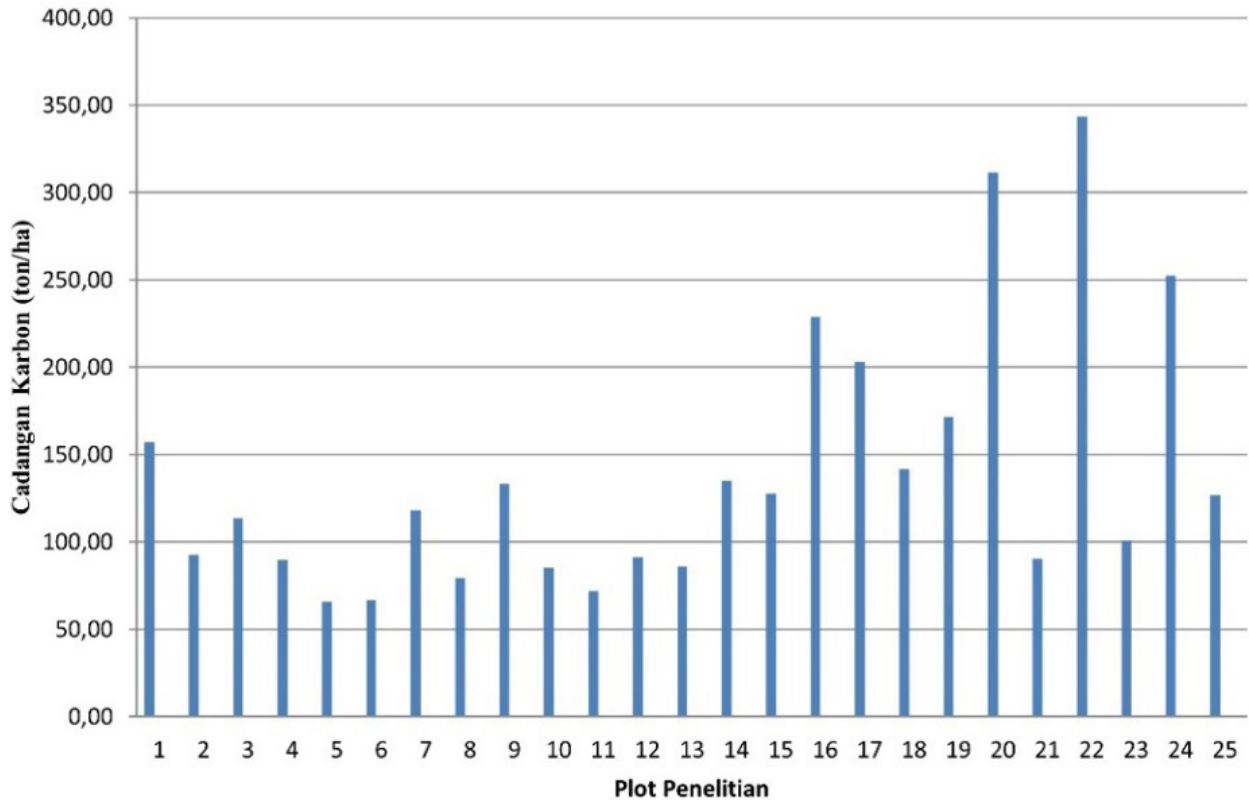


Gambar 4. AGB pada plot penelitian

Tabel 3. Cadangan karbon

Cadangan karbon ( <i>Carbon Stock</i> ) (ton/ha)	Strata ( <i>Stratum</i> )			Total
	Pancang ( <i>Sapling</i> )	Tiang ( <i>Pool</i> )	Pohon ( <i>Tree</i> )	
Total dalam plot	378,01	767,34	2.338,41	3.483,76
Rata-rata	15,12±7,72	30,6±12,50	93,54±74,85	139,35±74,85

## Cadangan Karbon



Gambar 5. Cadangan karbon dalam plot penelitian

## PEMBAHASAN

**Keragaman Jenis Pohon.** Komposisi jenis dan struktur tegakan di hutan Alue Geulima masih cukup baik. Hal ini ditunjukkan dari jumlah jenis tumbuhan yang mencapai 22 jenis dengan struktur tegakan yang komplit mulai dari semai hingga pohon. Penelitian yang hampir sama juga dilakukan pada Kawasan Hutan Lindung Irier Kampung Sewan District Samir Timur Kabupaten Sarmi Provinsi Papua, ditemukan 21 jenis individu pohon (Karma *et al.* 2021). Namun hal yang berbeda ditunjukkan pada penelitian di Hutan Lindung Adat Ghimbo Bonca Lida bahwa hasil identifikasi jenis tumbuhan didapatkan total sebanyak 76 spesies dan 116 individu (Remina & Nurainas 2019). Rendahnya keragaman jenis yang ditemukan di Hutan Alue Geulima jika dibandingkan dengan Hutan Lindung Adat Ghimbo Bonca antara lain disebabkan adanya aktivitas penebangan liar oleh para perambah hutan. Hal sama juga terjadi di Kawasan Hutan Lindung Irier Kampung Sewan District Samir.

Pada tingkat semai, jumlah dan komposisi jenis tumbuhan yang ditemukan di hutan Alue Geulima tergolong rendah yakni 36%. Berdasarkan jumlah keseluruhan jenis tumbuhan yang ditemukan (22 jenis) hanya 8 jenis yang memiliki anakan tingkat semai. Jumlah individu tumbuhan tingkat semai terbanyak yang ditemukan adalah jenis pulai (*Alstonia scholaris*). Sedangkan untuk tingkat tiang dan pohon terbanyak ditemukan jenis puspa (*Schima wallichii*). Puspa ditemukan secara merata pada setiap fase pertumbuhan. Artinya proses regenerasi jenis puspa terjadi secara alami dan dapat dipastikan jenis ini dapat terus bertahan. Puspa tumbuh dan menyebar secara alami di Tahura PMI. Hal ini diduga tanaman ini sesuai untuk kawasan penelitian (hutan yang sudah pernah mengalami kerusakan). Vegetasi puspa biasa tumbuh di dataran rendah hingga pegunungan, dan umumnya dijumpai pada hutan sekunder (Taufiq and Alponsin 2018; Hilwan & Rahman 2021), puspa ini bisa tumbuh dimana saja dan tidak dipengaruhi kondisi tanah. Sehingga cocok untuk reklamasi lahan (Afifah 2014).

**AGB dan Simpanan Karbon.** Besar nilai AGB berkorelasi terhadap volume tegakan pada tiap plot. Sedangkan volume tegakan dipengaruhi oleh variabel diameter dan tinggi pohon. Menurut Dwisutono (2016) besarnya volume tegakan pohon berbanding lurus dengan diameter dan tinggi pohon. AGB pada setiap plot bervariasi tergantung jumlah dan ukuran tegakan pohon yang ditemukan. Dari gambar 3 terlihat trend peningkatan AGB terlihat mulai dari plot 14 hingga plot 25 (kecuali plot 21 nilai AGB sedikit rendah). Secara kondisi lapangan, jalur/transek penempatan plot 1 hingga 25 memotong Kawasan hutan, mulai dari pinggir kawasan (plot no 1) hingga masuk ke bagian tengah Kawasan (plot 25). Kerapatan tegakan di pinggir kawasan hutan cenderung berkurang diduga akibat penebangan liar hal ini disebabkan mudahnya akses untuk masuk hutan. Sedangkan di bagian dalam kerapatan hutan masih cukup baik hal ini disebabkan sulitnya akses. Nilai AGB tertinggi ditemukan pada Plot 22 (25.665,63 kg). Tingginya nilai AGB ini disumbang oleh pohon komersil jenis meranti merah (*Shorea pinanga*) yang ditemukan pada plot 22 sebanyak 2 individu dengan diameter lebih dari 1 meter (1 individu) dan 52 cm (1 individu). Total individu jenis meranti merah (*Shorea pinanga*) di seluruh plot hanya ditemukan sebanyak 8 individu (2 strata tiang dan 6 pohon), tidak ditemukan pada tingkatan semai dan pancang. Hal ini mengindikasikan jenis meranti merah (*Shorea pinanga*) sulit ditemukan regenerasinya di masa mendatang.

Simpanan karbon pada tegakan hutan terbesar berada pada bagian permukaan tanah dalam bentuk biomassa tegakan pohon. Menurut Manuri *et al.* (2011) cadangan karbon yang tersimpan adalah banyaknya karbon yang dapat diserap oleh tumbuhan dan disimpan dalam bentuk biomassa. Cadangan karbon dipengaruhi oleh diameter dan tinggi pohon (Muslih *et al.* 2022; Subhan *et al.* 2022; Arlita *et al.* 2022)

Total cadangan karbon di lokasi penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan potensi cadangan karbon pada permukaan tanah di Areal Pengelolaan Hutan Berbasis Masyarakat (PHBM) di Nagari Kotobaru, Kabupaten Solok Selatan, Provinsi Sumatera Barat yaitu 49,70 ton ha<sup>-1</sup> (Nindya 2019). Besarnya nilai cadangan karbon ini di RPH Alue Geulima Tahura PMI Aceh Besar ini tergolong tinggi. Satgas REDD+ (2012) mengklasifikasikan cadangan karbon di dalam ekosistem hutan atas rendah (<35 ton ha<sup>-1</sup>), sedang (35-100 ton ha<sup>-1</sup>), dan tinggi (>100 ton ha<sup>-1</sup>). Besarnya cadangan karbon sangat dipengaruhi oleh biomassa (Lusiana *et al.* 2011; Manafe *et al.* 2016; Uthbah *et al.* 2017).

Beragamnya nilai cadangan karbon tersimpan pada plot penelitian dipengaruhi oleh komposisi

pohon yang ditemukan pada plot penelitian. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian oleh Lung & Espira (2015) bahwa beragamnya nilai karbon yang tersimpan pada suatu kawasan dipengaruhi oleh variasi komposisi vegetasi yang dicerminkan oleh jumlah pohon, diameter pohon, densitas kayu dan kualitas tempat tumbuh.

Jumlah cadangan karbon juga sangat bergantung pada fotosintesis. Besarnya laju fotosintesis suatu tegakan berhubungan dengan kandungan klorofil, jumlah stomata persatuan luas daun, dan umur tegakan. Semakin besar luas daun tegakan persatuan lahan akan semakin meningkatkan besarnya CO<sub>2</sub> yang akan diserap oleh tegakan tersebut (Lukito & Rohmatiah 2013). Menurut Hairiah & Rahayu (2007) nilai cadangan karbon yang tersimpan dalam hutan berbanding lurus dengan nilai volumenya, dengan arti bahwa semakin tinggi nilai volume suatu tegakan hutan maka nilai karbon yang dikandung akan semakin besar.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Aceh, Kesatuan Pengelolaan Hutan Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan, Resort Pengelolaan Hutan Alue Geulima yang telah memberikan izin dan turut membantu dalam proses penelitian selama di lapangan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar dan mendapat hasil sesuai dengan yang diharapkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afifah N. 2014. Pertumbuhan Beberapa Jenis Bibit Pohon Hutan yang Diinokulasi Endomikoriza Dari HPPB UNAND Pada Tanah Lahan Bekas Tambang Semen Padang [Skripsi]. Padang: Universitas Andalas.
- Anshori I. 2016. Nilai Ekonomi Kawasan Taman Hutan Raya Bunder Sebagai Penyimpan Karbon dengan Pendekatan Karakteristik Kawasan. Senaspro. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Arikunto S. 2012. Metode Penelitian. Jakarta. Bina Aksara.
- Arlita T, Yanti LA, Farida A, Umam AH, Anhar A, Maimunnah S, Samek JH, Muslih AM. 2022. Total Carbon Stock in Langsa Urban Forest, Langsa, Aceh Province. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci* 951:012092. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/951/1/012092>
- BAPPEDA. 2020. Strategi Pembangunan Rendah Emisi Aceh (Integrated Low Emission Development Strategy in Aceh) ILEDSA. Aceh. (Issue 13).
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon–Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (ground based forest carbon accounting). Badan Standardisasi Indonesia (SNI), 7724, 2011.
- Daud M. 2017. Profil KPH Tahura Pocut Meurah Intan. Yogyakarta: Penebar Media Pustaka.

- Dwisutono AN. 2016. Struktur dan komposisi tegakan serta sistem perakaran tumbuhan pada kawasan karst di Tn Bantimurung. *Jurnal Silvikultur Tropika* 7:58-67.
- Hairiah, Rahayu S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre.
- Hendra G, Sugiarti, Marfuah W, Nina M. 2019. 100 spesies pohon nusantara: target konservasi ex situ taman keanekaragaman hayati. Ed : Tukirin P. Bogor : IPB Press.
- Hilwan I, Rahman SNA. 2021. Penyebaran jenis puspa (*Schima wallichii* (DC.) Korth) di Resort Kawah Ratu, Taman Nasional Gunung Salak Halimun Salak, Jawa Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika* 12:86-94. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.12.2.86-94>
- IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- Karma SJ., Tanjung RHR, Maury HK. 2021. Pendugaan cadangan karbon pada tegakan pohon di Kawasan Hutan Lindung Irier (HLI) Kampung Sewan, Distrik Sarmi Timur Kabupaten Sarmi, Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 13, 97-105. <https://doi.org/10.31957/jbp.1739>
- KLHK. 2022. Rencana Operasional FOLU Net Sink 2030.
- Krisnawati H, Catur AW, Imanuddin R. 2012. Monograf Model-Model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia. Bogor : Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor.
- Lasco RD, Macdicken KG, Pulhin FB, Guillermo IQ, Sales RF, Cruz RVO. 2006. Carbon stocks assessment of a selectively logged dipterocarp forest and wood processing mill in the Philippines. *JSTOR* 18:166.
- Lukito M, Rohmatiah A. 2013. Estimasi biomassa dan karbon tanaman jati umur 5 tahun (kasus kawasan hutan tanaman Jati Unggul Nusantara (JUN) Desa Krowe, Kecamatan Lembayan Kabupaten Magetan). *Agritek* 141-23.
- Lung M, Espira A. 2015. The influence of stand variables and human use on biomass and carbon stocks of a transitional African forest: Implications for forest carbon projects. *Forest Ecology and Management* 351:36-46. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.04.032>
- Lusiana B, van Noordwijk M, Rahayu S. 2011. Cadangan Karbon Di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur: Monitoring Secara Spasial dan Pemodelan.
- Manafe G, Kaho MR, Risamasu F. 2016. Estimasi biomasa permukaan dan stok karbon pada tegakan pohon *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di Perairan Pesisir Oebelo Kabupaten Kupang. *Jurnal Bumi Lestari* 16:163-173. <https://doi.org/10.24843/blje.2016.v16.i02.p09>
- Manuri, Putra CAS, Saputra AD. 2011. Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation – GIZ. Palembang.
- Manuri S, Back IS, Noor'an F, Rusulono T, Agraini SM, Dotzauer H, Kusuma I. 2016. Improve allometric equations for tree aboveground biomass estimation in tropical dipterocarp forest of Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecosystems* 3:28.
- Muhartati E. 2016. Potensi serapan karbon pada 3 lokasi ekosistem di sekitar daerah Lembah Harau Sumatera Barat. *J. Pedagogi Hayati* 1:54-62.
- Muslih AM, Nisa A, Sugianto, Arlita T, Subhan. 2022. The role of urban forests as carbon sink: a case study in the urban forest of Banda Aceh, Indonesia. *Jurnal Sylva Lestari* 10:417-425. <https://doi.org/10.23960/jsl.v10i3.604>.
- Nindya PP. 2019. Potensi Cadangan Karbon Pada Permukaan Tanah Di Areal Pengelolaan Hutan Berbasis Masyarakat (PHBM) Di Nagari Kotobaru, Kabupaten Solok Selatan. Universitas Andalas.
- Pearson TRH, Brown SL, Birdsey RA. 2007. Measurement Guidelines for the Sequestration of forest Carbon. <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-18>
- Remina D, Nurainas C. 2019. Analisis vegetasi dan pendugaan cadangan karbon tersimpan di Hutan Lindung Adat Ghimbo Bonca Lida Kampar Riau. *Journal of Biological Sciences* 6:19-24. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2019.v06.i01.p04>
- Satgas REDD+. 2012. Strategi Nasional REDD+.
- Subhan, Anhar A, Muslih AM, Ar-Rasyid UH, Maimunnah S, Nasution AA. 2022. Urban forest carbon stock and biodiversity assesment at Nagan Raya Regency. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci* 951:012071. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/951/1/012071>
- Taufiq A, Alponsin A. 2018. Kajian potensi kualitas kayu melalui Uji Marka Anatomi Pada Tanaman Puspa (*Schima wallichii* (DC.) Korth. Sebagai tanaman revegetasi lahan pascatambang. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi* 6:1-10. <https://doi.org/10.24252/bio.v6i1.3946>
- Usman AR. 2013. Sejarah peradaban Aceh : suatu analisis interaksi, integrasi dan konflik. OPAC Perpustakaan Nasional RI. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=303065>
- 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: 119-124. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.2.404>



Lampiran 1. Volume tegakan dalam plot di RPH Alue Geulima

No Plot	Volume (m <sup>3</sup> )			Jumlah
	Pancang	Tiang	Pohon	
Plot 1	0,17	1,17	7,24	8,57
Plot 2	0,12	0,46	4,71	5,29
Plot 3	0,01	0,90	7,58	8,50
Plot 4	0,16	0,62	2,55	3,33
Plot 5	0,04	0,21	5,01	5,27
Plot 6	0,06	0,36	2,72	3,15
Plot 7	0,05	0,94	6,76	7,75
Plot 8	0,10	0,70	2,67	3,47
Plot 9	0,08	0,51	11,64	12,23
Plot 10	0,05	0,63	4,75	5,44
Plot 11	0,08	0,67	1,62	2,37
Plot 12	0,06	0,39	6,10	6,55
Plot 13	0,06	0,55	4,35	4,96
Plot 14	0,04	0,67	9,92	10,63
Plot 15	0,04	0,39	10,47	10,90
Plot 16	0,02	0,87	19,30	20,18
Plot 17	0,05	0,80	19,12	19,97
Plot 18	0,07	0,29	10,10	10,47
Plot 19	0,09	1,00	7,52	8,61
Plot 20	0,03	0,51	22,82	23,36
Plot 21	0,08	0,65	2,80	3,54
Plot 22	0,07	0,65	23,83	24,54
Plot 23	0,10	0,27	5,14	5,51
Plot 24	0,05	0,34	18,16	18,56
Plot 25	0,09	0,43	5,39	5,91
Total	1,77	14,98	222,27	239,06
Rata-rata	0,07	0,60	8,89	9,56

Lampiran 2. Volume tegakan per hektar di RPH Alue Geulima

No Plot	Volume (m <sup>3</sup> /ha)			Jumlah
	Pancang	Tiang	Pohon	
Plot 1	66,07	116,57	180,93	363,57
Plot 2	49,06	45,59	117,70	212,35
Plot 3	5,14	90,49	189,62	285,25
Plot 4	64,00	61,92	63,84	189,75
Plot 5	17,52	21,24	125,30	164,06
Plot 6	24,91	36,41	68,04	129,35
Plot 7	19,17	93,77	169,07	282,01
Plot 8	40,96	69,63	66,77	177,36
Plot 9	32,40	51,27	291,10	374,77
Plot 10	21,45	62,97	118,87	203,29
Plot 11	32,43	67,14	40,54	140,11
Plot 12	24,44	38,92	152,41	215,77
Plot 13	22,14	55,27	108,70	186,11
Plot 14	17,17	66,96	248,04	332,18
Plot 15	15,83	38,86	261,84	316,52
Plot 16	8,57	86,78	482,38	577,73
Plot 17	21,65	80,24	477,91	579,80
Plot 18	28,83	28,86	252,61	310,30
Plot 19	36,86	100,16	187,97	324,99
Plot 20	13,13	50,90	570,53	634,56
Plot 21	34,64	65,07	70,04	169,75
Plot 22	26,70	64,71	595,75	687,16
Plot 23	39,19	26,58	128,54	194,31
Plot 24	21,65	34,09	454,07	509,81
Plot 25	34,61	43,12	152,13	229,87

Lampiran 3. Cadangan karbon per hektar di RPH Alue Geulima

No Plot	Cadangan karbon (ton/ha)			Jumlah
	Pancang	Tiang	Pohon	
Plot 1	33.10	59.98	63.92	157.00
Plot 2	25.11	21.79	45.53	92.43
Plot 3	2.24	42.99	68.50	113.73
Plot 4	32.86	29.22	27.49	89.56
Plot 5	9.10	11.53	45.13	65.76
Plot 6	14.54	19.52	32.57	66.63
Plot 7	9.46	45.24	63.33	118.03
Plot 8	18.92	32.33	28.38	79.62
Plot 9	17.62	24.39	91.26	133.27
Plot 10	11.19	30.18	43.79	85.16
Plot 11	17.21	36.24	18.40	71.85
Plot 12	13.12	20.37	57.80	91.30
Plot 13	12.25	27.45	46.22	85.92
Plot 14	9.02	31.89	94.17	135.08
Plot 15	8.00	20.22	99.36	127.57
Plot 16	4.50	40.80	183.33	228.62
Plot 17	11.63	43.15	148.24	203.01
Plot 18	13.02	15.29	113.53	141.83
Plot 19	21.69	56.10	93.86	171.65
Plot 20	7.75	28.55	275.19	311.48
Plot 21	18.59	36.57	35.30	90.45
Plot 22	15.85	36.21	291.53	343.59
Plot 23	23.02	13.82	64.17	101.01
Plot 24	11.63	21.25	219.60	252.48
Plot 25	16.59	22.28	87.85	126.72
Jumlah	378.01	767.34	2338.41	3483.76