

## BIOMASSA TUMBUHAN BAWAH PADA BERBAGAI TIPE HUTAN ALAM DI NEGERI HATUSUA. PROVINSI MALUKU.

### *UNDERSTORY BIOMASS IN VARIOUS TYPES OF NATURAL FORESTS IN HATUSUA VILLAGE. MALUKU PROVINCE.*

Moh Firdaus Rahawarin<sup>1</sup>, Irwanto Irwanto<sup>2\*</sup>, Miranda H. Hadijah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Ambon  
Jalan. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka – Ambon, 97233

\*Email Korespondensi: irwantoshut@gmail.com

#### ABSTRAK

Biomassa tumbuhan bawah memiliki peran penting dalam keseimbangan ekosistem hutan dan siklus karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan membandingkan biomassa tumbuhan bawah pada berbagai tipe hutan alam di Negeri Hatusua, Maluku, yaitu Hutan Pantai, Hutan Mangrove, Hutan Dominan Aren, dan Hutan Dataran Rendah. Metode yang digunakan meliputi pengambilan sampel secara sistematis menggunakan plot berukuran 2x2 meter memperhitungkan kondisi padat, sedang dan jarang, di mana seluruh tumbuhan bawah dikumpulkan, ditimbang, dan dikeringkan untuk mendapatkan estimasi biomassa kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biomassa tertinggi terdapat pada Hutan Pantai (2.716,14 kg/ha), diikuti oleh Hutan Mangrove (2.545,87 kg/ha), Hutan Dataran Rendah (1.841,72 kg/ha), dan yang terendah adalah Hutan Dominan Aren (1.629,33 kg/ha). Variasi biomassa ini dipengaruhi oleh intensitas cahaya, kondisi tanah, dan struktur vegetasi. Kandungan karbon yang dihitung berdasarkan biomassa menunjukkan bahwa Hutan Pantai memiliki kandungan karbon tertinggi, diikuti oleh Hutan Mangrove, Hutan Dataran Rendah, dan Hutan Dominan Aren. Studi ini menegaskan bahwa biomassa tumbuhan bawah merupakan komponen penting dalam ekosistem hutan yang perlu diperhatikan dalam upaya konservasi dan mitigasi perubahan iklim.

**Kata Kunci :** Tumbuhan Bawah, Bahan organik, Karbon, Biomassa, Tipe-Tipe hutan

#### ABSTRACT

*Understory biomass plays an important role in maintaining forest ecosystem balance and the carbon cycle. This study aims to measure and compare understory biomass across various natural forest types in Hatusua Village, Maluku, namely Coastal Forest, Mangrove Forest, Dominant Aren Forest, and Lowland Forest. The method used includes systematic sampling with 2x2 meter plots, considering dense, moderate, and sparse conditions, where all understory plants were collected, weighed, and dried to estimate dry biomass. The results showed that the highest biomass was found in the Coastal Forest (2,716.14 kg/ha), followed by the Mangrove Forest (2,545.87 kg/ha), the Lowland Forest (1,841.72 kg/ha), and the lowest in the Dominant Aren Forest (1,629.33 kg/ha). This biomass variation is influenced by light intensity, soil conditions, and vegetation structure. Carbon content calculations based on biomass indicate that the Coastal Forest has the highest carbon storage, followed by the Mangrove Forest, Lowland Forest, and Dominant Aren Forest. This study confirms that understory biomass is a vital component of forest ecosystems, requiring attention in conservation efforts and climate change mitigation.*

**Keywords:** Understory vegetation, Organic matter, Carbon, Biomass, Forest types

#### PENDAHULUAN

Hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan berisi sumberdaya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungan yang satu dengan yang lain tidak dapat dipisahkan (UU No. 41 Tahun 1999). Hutan merupakan salah satu sumberdaya alam yang sangat penting dan bermanfaat bagi kehidupan, baik manfaat yang dirasakan secara langsung maupun

manfaat yang tidak langsung. Hutan juga berfungsi menyerap dan menyimpan karbon yang berperan penting bagi perubahan iklim di bumi (Asriadi, 2015).

Hutan alam memiliki berbagai tipe yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti iklim, topografi, dan jenis tanah. Setiap tipe hutan ini memiliki struktur dan komposisi vegetasi yang berbeda, yang pada gilirannya memengaruhi karakteristik biomassa tumbuhan bawahnya. Tumbuhan bawah pada berbagai komunitas hutan merupakan tumbuhan yang termasuk tumbuhan liar yang hidup dan berkembang secara alami yang menjadi bagian dari ekosistem hutan (Dahlan, 2011). Dalam suatu ekosistem hutan, masyarakat tumbuh-tumbuhan hidup saling berhubungan satu sama lain dengan lingkungannya. Jenis vegetasi ini bersifat annual, biannual, bentuk hidup soliter, berumpun, tegak menjalar atau memanjat. Secara taksonomi vegetasi bawah umumnya anggota dari suku-suku *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Araceae*, *asteraceae*, paku-pakuan dan lain-lain (Nirwani, 2010).

Tumbuhan bawah adalah suatu jenis vegetasi dasar yang terdapat di bawah tegakan hutan yang meliputi semak belukar, tumbuhan herba, rumput dan pakupakuan dan dapat meningkatkan kesuburan tanah, sumber pangan bagi flora, sebagai tanaman obat, penahan pukulan air hujan, dan sebagai penahan aliran permukaan air (Dahlan, 2011). Tumbuhan bawah dalam susunan stratifikasi menempati lapisan D yang memiliki tinggi < 4,5 m dan diameter batangnya sekitar 2 cm (Windusari et al., 2012).

Tumbuhan bawah memiliki sifat hipertoleran, yakni dapat mentolerir logam dengan konsentrasi tinggi dan sifat hiperakumulator yang berarti dapat mengakumulasi logam tertentu dengan konsentrasi tinggi pada jaringannya. Sesuai dengan pendapat Widyati (2011) yang menyatakan beberapa jenis tumbuhan yang mempunyai kemampuan sebagai hiperakumulator adalah tumbuhan bawah.

Tumbuhan bawah yang toleran terhadap berbagai lingkungan, termasuk lingkungan yang kering, tandus dan miskin akan unsur hara adalah rerumputan yang banyak digunakan sebagai tanaman pionir dalam rehabilitasi. Oleh karena itu, memahami variasi biomassa tumbuhan bawah pada berbagai tipe hutan sangat penting untuk pengelolaan dan konservasi hutan, serta untuk meningkatkan pemahaman tentang dinamika ekosistem hutan secara lebih luas. Biomassa tumbuhan bawah merupakan komponen penting dalam ekosistem hutan alam. Biomassa merupakan istilah untuk bobot hidup, biasanya dinyatakan sebagai bobot kering, untuk seluruh atau sebagian tubuh organisme, populasi, atau komunitas. Biomassa tumbuhan merupakan jumlah total bobot kering semua bagian tumbuhan hidup. Biomassa tumbuhan bertambah karena tumbuhan tersebut menyerap karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dari udara dan mengubah zat ini menjadi bahan organik melalui fotosintesis. Dalam mekanisme kehidupan bersama tersebut, terdapat interaksi yang erat baik diantara sesama individu penyusun vegetasi itu sendiri maupun organisme lainnya sehingga merupakan suatu sistem

yang hidup dan tumbuh secara dinamis. Vegetasi, tanah dan iklim berhubungan erat dan pada tiap-tiap tempat mempunyai keseimbangan yang spesifik (Hamilton dkk,1988).

Biomassa ini mencakup seluruh bahan organik yang ada di bawah kanopi pohon utama, seperti semak-semak, tanaman herba, lumut, dan tumbuhan muda dari pohon-pohon yang ada. Meskipun seringkali dianggap sebagai komponen yang tidak signifikan dibandingkan dengan biomassa pohon, tumbuhan bawah memainkan peran krusial dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan, menyediakan habitat bagi berbagai spesies, serta berperan dalam siklus karbon dan nitrogen. Dalam konteks perubahan iklim global, biomassa tumbuhan bawah juga berfungsi sebagai penyerap karbon yang penting dan dapat berkontribusi dalam mitigasi perubahan iklim.

Negeri Hatusua memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, terutama dalam hal tipe-tipe hutan yang terdapat di sana. Keanekaragaman ini mencakup beragam tipe hutan, seperti Hutan Pantai, Hutan Mangrove, Hutan Dominan Aren, dan Hutan Dataran Rendah. Perbedaan tipe hutan ini tentunya berpengaruh pada berbagai aspek ekologis, termasuk biomassa tumbuhan bawah. Oleh karena itu, studi tentang biomassa tumbuhan bawah di berbagai tipe hutan alam di Negeri Hatusua sangat penting untuk memahami bagaimana faktor-faktor lingkungan memengaruhi distribusi dan produktivitas tumbuhan bawah. Penelitian mengenai biomassa tumbuhan bawah di berbagai tipe hutan di Negeri Hatusua belum banyak dilakukan, padahal informasi ini penting untuk manajemen hutan yang berkelanjutan. Negeri Hatusua memiliki beberapa tipe hutan yang masing-masing memiliki karakteristik ekologi yang berbeda, yang kemungkinan besar memengaruhi produksi dan akumulasi tumbuhan bawah sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengukur dan membandingkan biomassa tumbuhan bawah pada berbagai tipe hutan di Negeri Hatusua.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Negeri Hatusua, Maluku, dengan fokus pada empat tipe hutan utama: Hutan Pantai, Hutan Mangrove, Hutan Dominan Aren, dan Hutan Dataran Rendah. Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, Agustus-Oktober 2024, sedangkan penelitian lapangan dilaksanakan selama 1 minggu pada bulan Agustus 2024.

### Alat Dan Bahan

#### Alat

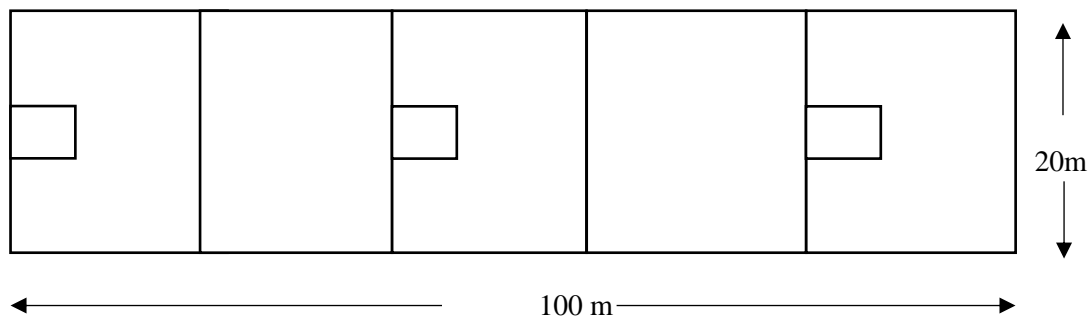
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Roll meter, Timbangan analitik digunakan untuk menimbang berat kering oven, Timbangan Gantung digunakan untuk menimbang biomassa mikromassa dan tumbuhan bawah di lapangan, Tali nilon, Alat tulis menulis, Oven pemanas, Baki, Parang, Hekter, Mistar ukur dan Gunting dahan.

## Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Tumbuhan bawah yang di ambil di lapangan pada setiap tipe hutan, Aluminium foil, Plastik putih bening 2 kg , Amplop Coklat Sedang, Kertas bekas dan Spidol permanen.

## Metode Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui survei lapangan dengan metode pengambilan sampel secara sistimatis di setiap tipe hutan. Plot berukuran 2x2 meter ditempatkan secara sistimatis di setiap tipe hutan, di mana seluruh serasah tumbuhan bawah dalam plot dikumpulkan, ditimbang, dan kemudian dikeringkan untuk mendapatkan berat kering sebagai estimasi biomassa. Berikut adalah Gambar Plot sampling tumbuhan bawah



**Gambar 1. Plot Sampling Tumbuhan Bawah**

Keterangan :



: Plot Serasah dan Tumbuhan bawah: padat, sedang, dan jarang

## Pengukuran Biomassa Tumbuhan Bawah

Tahapan pengukuran biomassa tumbuhan bawah dilakukan sebagai berikut:

- Memotong semua bagian tumbuhan bawah di atas permukaan tanah dengan menggunakan gunting stek;
- Menimbang berat basah total tumbuhan bawah dalam areal plot pengukuran;
- Mengambil dan menimbang berat basah sampel sebanyak  $\pm 300$  gram;
- Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven di laboratorium dengan kisaran suhu  $70^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $85^{\circ}\text{C}$  hingga mencapai berat konstan;
- Menimbang berat kering tumbuhan bawah;

## Analisis Data

### Penghitungan Bahan Organik Tumbuhan Bawah

$$Bo = \frac{Bks \times Bbt}{Bbs}$$

Keterangan:

Bo : berat bahan organik, dinyatakan dalam kilogram (kg);

Bks : berat kering sampel, dinyatakan dalam kilogram (kg);

Bbt : berat basah total, dinyatakan dalam kilogram (kg);

Bbs : berat basah sampel, dinyatakan dalam (kg).

### Penghitungan Karbon Dari Biomassa

Penghitungan karbon dari biomassa menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Cb = B \times \% C_{organik}$$

Keterangan:

Cb : kandungan karbon dari biomassa, dinyatakan dalam kilogram (kg);

B : total biomassa, dinyatakan dalam (kg);

%C<sub>organik</sub> : nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jenis-jenis Tumbuhan Bawah pada Tiap Tipe Hutan Alam Di Negeri Hatusua

Tumbuhan bawah penutup tanah (*ground cover*) adalah suatu tipe vegetasi dasar yang terdapat di bawah tegakan hutan kecuali permudaan pohon hutan, yang meliputi rerumputan, herba dan semak belukar. Tumbuhan bawah memiliki fungsi dalam mengkonservasi tanah dan air. Hal ini dikarenakan tumbuhan bawah salah satunya memiliki sistem perakaran yang banyak sehingga menghasilkan rumpun yang rapat dan mampu mencegah erosi tanah, sebagai pelindung tanah dari butiran hujan dan aliran permukaan, juga berperan dalam meningkatkan bahan organik dalam tanah sebagai pupuk hijau maupun mulsa yang mendorong perkembangan biota tanah yang dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, serta berperan dalam menambah bahan organik tanah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.



**Tabel 1.** Jenis Tumbuhan Bawah di Negeri Hatusua

No	Tipe Hutan	Jenis Tumbuhan Bawah	
		Nama Lokal	Nama Ilmiah
1	Hutan Pantai	Layang-layang	<i>Driinaria sparcisora</i>
		Kayu Besi Pantai	<i>Pongamia pinnata</i>
		Kayu Kambing	<i>Garuda floribunda</i>
		Galici	<i>Caesalpinia bonducella</i>
		Rumput Kesang	<i>Digitaria conjugate</i>
		Rumput Bunga	<i>Frasera sp</i>
		Koya Pantai	<i>Pandanus tectorius</i>
		Kayu Kumang	<i>Mallotus paniculatus</i>
Siri Hutan	<i>Piper aduncum</i>		
2	Hutan Mangrove	Tali Magrove	<i>Dodonae viscosa</i>
		Alang-alang	<i>Imperata sp</i>
		Paku Laut	<i>Acrostichum sureum</i>
3	Hutan Dominan Aren	Rutu-rutu	<i>Sallaginela deoderlene</i>
		Keladi Kasisi	<i>Caladium sp</i>
		Biroro/harendong	<i>Clidemia hirta</i>
		Koya	<i>Pandanus amaryllifolius</i>
		Aren	<i>Arenga pinnta</i>
		Damar Hitam	<i>Canarium stictum</i>
		Tali bora/Tuba	<i>Derris elliptica</i>
		Rumput Gurita	<i>Schefflera actinophylla</i>
		Keladi Tikus	<i>Caladium sp</i>
		Pandan	<i>Pandanus sp</i>
4	Hutan Dataran Rendah	Pala Hutan	<i>Myristica fatua</i>
		Kayu Burung	<i>Elocarpus ganitrus</i>
		Rutu-rutu	<i>Sallaginela deoderlene</i>
		Pakis	<i>Polypodiopyta sp</i>
		Siri Hutan	<i>Piper aduncum</i>
		Pakis Pucuk Merah	<i>Polypodiopyta sp</i>
		Biroro/harendong	<i>Clidemia hirta</i>
		Kenanga	<i>Cananga odorata</i>
		Marong Merah	<i>Colona scabra burr</i>
		Tumbuhan paku	<i>Helminthos zeylanica</i>
		Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>
		Siki Batu	<i>Palagium amboinense</i>
		Marong Putih	<i>Trichospermum burunesis</i>
		Rumuput Kesang	<i>Digitaria conjugate</i>
		Talong/lawong	<i>Pometia sp</i>
		Aren	<i>Arenga pinnta</i>
		Kayu Merah	<i>Eugenia sp</i>
		Damar Hitam	<i>Canarium strictum</i>
Tuba/bore	<i>Derris elliptica</i>		
Mangga Berabu	<i>Cebera manghas</i>		
Jambu Hutan	<i>Eugenia sp</i>		
Tongkat setan	<i>Maranatha arudinaceae</i>		

### Biomassa Tumbuhan Bawah

Penelitian biomassa tumbuhan bawah di berbagai tipe hutan alami di Desa Hatusua diawali dengan pengumpulan data yang diperoleh melalui penimbangan berat tumbuhan bawah dalam plot lapangan berukuran 2x2 meter. Pengumpulan data ini dilakukan secara sistematis untuk memberikan gambaran yang akurat mengenai jumlah biomassa tumbuhan bawah di tiap tipe hutan. Hasil Penimbangan berat tumbuhan bawah di lapangan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Berat Tumbuhan Bawah di Lapangan

No	Tipe Hutan	Berat di Lapangan 2x2 m (g)		
		Tipe Tumbuhan Bawah		
		Padat	Sedang	Jarang
1	Hutan Pantai	3575	1765	755
2	Hutan Mangrove	2260	1135	850
3	Hutan Dominan Aren	3290	2595	2015
4	Hutan Dataran Rendah	1900	715	690

Ada empat tipe hutan yang diteliti dalam penelitian ini, yaitu Hutan Pantai, Hutan Mangrove, Hutan Dominan Aren, dan Hutan Dataran Rendah. Setiap tipe hutan tersebut memiliki karakteristik ekologi yang unik dan dapat memengaruhi distribusi serta kepadatan tumbuhan bawah di dalamnya. Hutan Pantai merupakan salah satu tipe hutan yang dianalisis dalam penelitian ini. Hasilnya menunjukkan bahwa pada Hutan Pantai, berat tumbuhan bawah dengan kepadatan padat mencapai 3575 gram, untuk kepadatan sedang sebesar 1765 gram, dan kepadatan jarang sebesar 755 gram. Data ini mencerminkan bahwa Hutan Pantai memiliki variasi berat yang cukup signifikan antar kategori kepadatan tumbuhan bawah.

Hutan Mangrove juga menjadi fokus dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil berat penimbangan tumbuhan bawah di Hutan Mangrove tercatat sebesar 2260 gram pada kategori padat, 1135 gram pada kategori sedang, dan 850 gram pada kategori jarang. Dengan demikian, Hutan Mangrove memiliki berat tumbuhan bawah yang lebih rendah dibandingkan Hutan Pantai, terutama pada kategori padat.

Selanjutnya, pada tumbuhan bawah di Hutan Dominan Aren. Di tipe hutan ini, berat tumbuhan bawah mencapai 3290 gram pada kepadatan padat, 2595 gram pada kepadatan sedang, dan 2015 gram pada kepadatan jarang. Hutan Dominan Aren memiliki biomassa yang cukup tinggi, terutama pada kategori sedang dan padat, jika dibandingkan dengan Hutan Mangrove.

Penimbangan berat tumbuhan bawah di tipe hutan dataran rendah adalah 1900 gram untuk kategori padat, 715 gram untuk kategori sedang, dan 690 gram untuk kategori jarang. Data ini

mengindikasikan bahwa Hutan Dataran Rendah memiliki berat tumbuhan bawah yang lebih rendah daripada tipe hutan lainnya. Keseluruhan data ini menunjukkan variasi berat tumbuhan bawah di setiap tipe hutan, memberikan gambaran mengenai kepadatan dan distribusi berat tumbuhan bawah di ekosistem yang berbeda di Negeri Hatusua seperti yang tercantum pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Berat basah dan Berat Kering Sampel Tumbuhan Bawah

No	Tipe Hutan	Berat Basah Sampel (g)			Berat Kering Sampel (g)		
		Tipe Tumbuhan Bawah			Tipe Tumbuhan Bawah		
		Padat	Sedang	Jarang	Padat	Sedang	Jarang
1	Hutan Pantai	142	125	154	64	82	100
2	Hutan Mangrove	250	121	165	176	105	93
3	Hutan Dominan Aren	245	263	243	60	77	47
4	Hutan Dataran Rendah	267	260	256	182	121	216

Penelitian ini fokus pada perbandingan berat basah dan berat kering dari sampel tumbuhan bawah di beberapa jenis hutan, yakni Hutan Pantai, Hutan Mangrove, Hutan Dominan Aren, dan Hutan Dataran Rendah. Tipe-tipe hutan ini dipilih untuk mencerminkan variasi ekosistem yang ada di daerah tersebut, yang masing-masing memiliki kondisi lingkungan dan kepadatan vegetasi yang berbeda.

Dalam penelitian ini, setiap tipe hutan dikategorikan berdasarkan kepadatan tumbuhan bawah menjadi tiga kelompok: padat, sedang, dan jarang. Kategori-kategori ini membantu dalam mengidentifikasi perbedaan biomassa tumbuhan bawah yang berkaitan dengan kepadatan vegetasi di setiap tipe hutan. Selain itu, data berat basah dan berat kering sampel tumbuhan bawah juga diukur untuk mengetahui kandungan air dan karakteristik biomassa pada tiap kategori kepadatan tumbuhan.

Pada Hutan Pantai, hasil pengukuran menunjukkan bahwa tumbuhan bawah dengan kepadatan padat, sedang, dan jarang memiliki berat basah berturut-turut sebesar 142 g, 125 g, dan 154 g, serta berat kering sebesar 64 g, 82 g, dan 100 g. Pengukuran ini menunjukkan adanya variasi antara berat basah dan kering, yang mencerminkan perbedaan kadar air pada setiap kategori kepadatan tumbuhan bawah di Hutan Pantai.

Untuk Hutan Mangrove, berat basah tumbuhan bawah ditemukan sebesar 250 g pada kategori padat, 121 g pada kategori sedang, dan 165 g pada kategori jarang. Sedangkan berat keringnya adalah 176 g, 105 g, dan 93 g untuk kategori yang sama. Data ini mengindikasikan kandungan air yang



tinggi pada kategori padat di Hutan Mangrove, dengan selisih berat antara basah dan kering yang cukup signifikan.

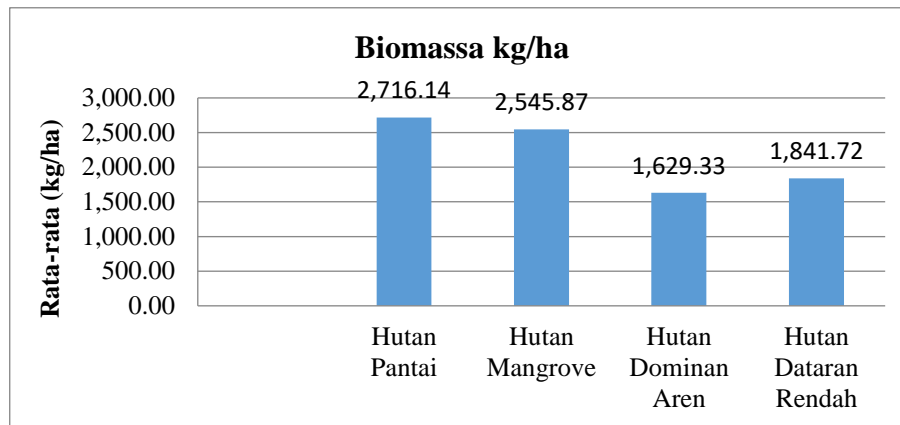
Hutan Dominan Aren dan Hutan Dataran Rendah juga menunjukkan variasi berat basah dan kering di setiap kategori kepadatan. Di Hutan Dominan Aren, berat basah masing-masing kategori adalah 245 g, 263 g, dan 243 g, sementara berat keringnya 60 g, 77 g, dan 47 g. Sementara itu, di Hutan Dataran Rendah, berat basah tercatat sebesar 267 g, 260 g, dan 256 g, dan berat kering sebesar 182 g, 121 g, dan 216 g. Informasi ini bermanfaat untuk memahami perbedaan biomassa tumbuhan bawah serta kandungan air yang bervariasi antara tipe-tipe hutan tersebut, memberikan wawasan lebih lanjut tentang ekosistem hutan di Desa Hatusua.

Berdasarkan perhitungan berat basah dan berat kering sampel tumbuhan bawah per satuan luas, diperoleh nilai biomassa yang mewakili masing-masing tipe hutan dan tingkat kepadatan tumbuhan. Biomassa ini dihitung untuk memberikan gambaran lebih akurat mengenai jumlah massa tumbuhan bawah yang terdapat di setiap plot penelitian. Perbandingan antara berat basah dan berat kering juga memberikan informasi tentang kandungan air dalam tumbuhan bawah, yang berperan penting dalam menentukan produktivitas ekosistem hutan. Untuk lebih rinci, hasil perhitungan biomassa ini dapat dilihat dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Perhitungan Biomassa per ha

No	Tipe Hutan	Biomassa (kg)			Biomassa (kg/ha)			Rata-Rata (kg/ha)
		Tipe Tumbuhan Bawah			Tipe Tumbuhan Bawah			
		Padat	Sedang	Jarang	Padat	Sedang	Jarang	
1	Hutan Pantai	1.61	1.16	0.49	4,028.17	2,894.60	1,225.65	2,716.14
2	Hutan Mangrove	1.59	0.98	0.48	3,977.60	2,462.29	1,197.73	2,545.87
3	Hutan Dominan Aren	0.81	0.76	0.39	2,014.29	1,899.38	974.33	1,629.33
4	Hutan Dataran Rendah	1.30	0.33	0.58	3,237.83	831.88	1,455.47	1,841.72

Biomassa tumbuhan bawah yang menjelaskan nilai biomassa perhektar (ha) pada berbagai tipe area hutan di Desa Hatusua dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 2. Dari grafik tersebut dapat diketahui tipe hutan yang mempunyai nilai biomassa tertinggi, sedang dan rendah.



Gambar 2. Grafik Biomassa Tumbuhan Bawah pada Berbagai Tipe Hutan di Desa Hatusua

Berdasarkan hasil penelitian, hutan pantai memiliki biomassa tumbuhan bawah tertinggi dengan rata-rata 2.716,14 kg/ha. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di hutan pantai sangat mendukung pertumbuhan tumbuhan bawah, meskipun lokasinya berada di area yang terpengaruh langsung oleh aktivitas pantai dan memiliki kandungan garam yang relatif tinggi.

Di urutan kedua, tercatat rata-rata biomassa tumbuhan bawah hutan mangrove sebesar 2.545,87 kg/ha. Nilai ini tidak terlalu jauh berbeda dengan hutan pantai, yang mengindikasikan bahwa tumbuhan bawah di ekosistem mangrove juga mampu beradaptasi dengan baik terhadap kondisi lingkungan yang khas seperti substrat berlumpur dan pengaruh pasang surut air laut.

Hutan dataran rendah menempati posisi ketiga dengan biomassa rata-rata 1.841,72 kg/ha. Biomassa yang lebih rendah ini mungkin disebabkan oleh tingginyautupan kanopi pohon di hutan dataran rendah yang membatasi cahaya matahari yang sampai ke lantai hutan, sehingga mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan bawah.

Biomassa tumbuhan bawah terendah ditemukan pada hutan dominan aren dengan rata-rata 1.629,33 kg/ha. Rendahnya biomassa di tipe hutan ini kemungkinan dipengaruhi oleh dominansi pohon aren yang menciptakan kondisi lingkungan spesifik seperti naungan yang lebih besar dan kemungkinan adanya pengaruh alelopati dari serasah aren yang dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan bawah. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Perbandingan Biomassa Tumbuhan Bawah

No.	Tipe Hutan	Biomassa Rata-rata (kg/ha)
1	Hutan Pantai	2,716.14
2	Hutan Mangrove	2,545.87
3	Hutan Dataran Rendah	1,841.72
4	Hutan Dominan Aren	1,629.33

Data ini menunjukkan perbedaan biomassa tumbuhan bawah di berbagai tipe hutan, yang dipengaruhi oleh kepadatan vegetasi di tiap tipe hutan. Perbedaan biomassa tumbuhan bawah di berbagai tipe hutan dapat terjadi karena beberapa faktor ekologi dan lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan dan penyebaran tumbuhan bawah. Berikut adalah beberapa faktor yang dapat menjelaskan perbedaan biomassa pada hutan pantai, mangrove, dominan aren, dan dataran rendah.

### **1. Ketersediaan Cahaya**

Hutan Pantai dan Hutan Mangrove memiliki vegetasi pohon yang relatif lebih terbuka, sehingga memungkinkan cahaya matahari mencapai tumbuhan bawah dengan lebih mudah. Cahaya adalah salah satu faktor utama yang memengaruhi fotosintesis dan pertumbuhan vegetasi bawah. Oleh karena itu, kedua hutan ini memiliki biomassa yang lebih tinggi, terutama pada kondisi vegetasi yang lebih padat. Hutan Dataran Rendah dengan tutupan pohon yang lebih rapat cenderung menghambat penetrasi cahaya ke permukaan tanah. Hal ini menyebabkan tumbuhan bawah di hutan ini tumbuh lebih lambat dan dengan biomassa yang lebih rendah, terutama pada area dengan vegetasi sedang hingga jarang.

### **2. Kondisi Tanah dan Nutrisi**

Hutan Mangrove terletak di daerah pantai yang sering tergenang air laut. Meskipun memiliki adaptasi khusus, tumbuhan di hutan mangrove mungkin memiliki akses terbatas ke nutrisi tanah yang kaya. Namun, biomassa tetap tinggi karena adaptasi tanaman dalam ekosistem tersebut untuk memanfaatkan kondisi tanah berlumpur. Hutan Pantai umumnya memiliki kandungan garam yang lebih tinggi, namun jenis tanaman yang tumbuh di hutan pantai lebih beragam dibandingkan hutan mangrove, yang mungkin menjelaskan biomassa yang sedikit lebih tinggi pada tipe hutan ini. Hutan Dominan Aren mungkin tumbuh di tanah yang lebih subur dengan kandungan nutrisi yang lebih tinggi, sehingga biomassa tumbuhan bawahnya lebih stabil meskipun tidak setinggi hutan pantai dan mangrove.

### **3. Kompetisi dengan Vegetasi lain dan Aktivitas Manusia**

Hutan Dominan Aren dan Hutan Dataran Rendah memiliki lebih sedikit jenis tumbuhan lain yang bersaing untuk mendapatkan cahaya, air, dan nutrisi. Pohon aren memiliki kanopi yang cukup tinggi dan rapat, memungkinkan lebih sedikit cahaya mencapai tumbuhan bawah. Hal ini dapat menjelaskan mengapa hutan ini masih memiliki biomassa yang cukup meskipun dibandingkan dengan hutan lain, terutama pada vegetasi padat dan sedang. Kompetisi antara berbagai lapisan vegetasi lebih intens dapat membatasi pertumbuhan biomassa tumbuhan bawah, terutama pada area dengan tutupan yang rapat. Hutan Pantai dan Hutan Mangrove kurang terjadi gangguan manusia yang dapat merusak vegetasi bawah. Sedangkan hutan dominan aren dan hutan dataran rendah lebih tinggi aktivitas manusia, seperti pembukaan kebun yang dapat merusak habitat alami dan mengurangi biomassa tumbuhan bawah.

Perbedaan biomassa tumbuhan bawah pada berbagai tipe hutan dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor lingkungan seperti ketersediaan cahaya, kondisi tanah, air, dan kompetisi antar-vegetasi. Hutan dengan vegetasi yang lebih padat dan akses yang lebih baik ke cahaya cenderung memiliki biomassa yang lebih tinggi. Sebaliknya, hutan dengan tutupan pohon lebih rapat atau gangguan yang lebih besar cenderung memiliki biomassa yang lebih rendah.

### Pengukuran Intensitas Cahaya

Pengukuran intensitas cahaya pada berbagai tipe hutan di Desa Hatusua yang dilakukan perhitungan pada waktu pagi hari, siang hari dan sore hari untuk dapat menghitung nilai rata-rata per tipe hutan dengan waktu yang berbeda seperti yang tercantum pada Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8.

**Tabel 6.** Pengukuran Intensitas Cahaya pada Pagi Hari

Waktu	Hutan Pantai		Hutan Mangrove		Hutan Dominan Aren		Hutan Dataran Rendah		Tempat Terbuka (Jalan raya)		Ket Cuaca
	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	
1	1.084	27c	807	26c	524	25c	1.07	25c	8.55	26c	Cerah
2	647	23c	476	23c	366	23c	1.02	23c	4.56	29c	Mendung
3	3.34	26c	1.85	26c	1026	26c	1.028	27c	39.7	29c	Cerah
Rata-rata	217.141		428.283		638.667		1.039		17.603		

**Tabel 7.** Pengukuran Intensitas Cahaya pada Siang Hari

Waktu	Hutan Pantai		Hutan Mangrove		Hutan Dominan Aren		Hutan Dataran Rendah		Tempat Terbuka (Jalan raya)		Ket Cuaca
	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	
1	3.27	29c	8.19	30c	1.84	30c	5.17	30c	8.01	31c	Mendung
2	3.13	33c	5.16	32c	1.084	31c	2.34	31c	55.5	36c	Cerah
3	4.17	34c	7.11	34c	1.117	31c	1.21	32c	56.7	33c	Cerah
Rata-rata	3.523		6.82		1.347		2.907		40.07		

**Tabel 8.** Pengukuran Intensitas Cahaya pada Sore Hari

Waktu	Hutan Pantai		Hutan Mangrove		Hutan Dominan Aren		Hutan Dataran Rendah		Tempat Terbuka (Jalan raya)		Ket Cuaca
	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	Lux meter	Suhu	
1	2.20	30c	1.49	30c	5.25	30c	9.80	30c	13.50	30c	Cerah
2	7.32	28c	5.79	28c	2.2	29c	4.71	29c	45.71	29c	Mendung
3	9.01	29c	6.31	29c	3.83	29c	5.98	29c	12.7	29c	Cerah
Rata-rata	6.18		4.53		3.76		6.83		23.97		

Ket:

Waktu pengambilan data Cahaya dan suhu:

- Pagi : jam 07:00-08:00
- Siang : jam 12:00- 13:00
- Sore : jam 17:00-18:00

Perbandingan nilai rata-rata intensitas cahaya pada tiap tipe hutan di negeri hatusia di pengaruhi oleh kepadatan vegetasi pada tiap tipe hutan dimana pada hutan pantai dan hutan mangrove memiliki pohon yang relatif terbuka sedangkan pada hutan dataran rendah dan dominan aren tutupan pohonnya lebih rapat cenderung menghambat cahaya ke permukaan tanah sehingga suhu dari tiap tipe hutan juga berbeda. Perbedaanya dapat dilihat pada Tabel 9.

Destaranti et al.(2017) menyatakan bahwa jumlah jenis tumbuhan bawah lebih banyak ditemukan pada kondisi lingkungan yang mendapatkan intensitas cahaya yang lebih tinggi. Semakin sedikit intensitas cahaya yang masuk maka semakin sedikit juga jumlah jenis tumbuhan bawah.Selain itu juga hubungan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan tanaman bawah kaitanya dengan proses berfotosintesis.Pertumbuhan dipengaruhi oleh lingkungan semakin baik kondisi cahaya matahari maka semakin baik pertumbuhan tanaman bawah Tumbuhan bawah dalam kondisi lingkungan cahaya yang stabil, dapat menyerap cahaya dengan cukup untuk dapat tumbuh. Dengan hal ini, tumbuhan harus memaksimumkan terhadap jumlah cahaya yang diserap. Sebaliknya, pada kondisi lingkungan cahaya yang tinggi, tumbuhan harus mempunyai kapasitas penggunaan intensitas cahaya matahari yang mempunyai kemampuan menangani kelebihan cahaya ketika cahaya matahari yang diterima lebih besar dari kapasitas fotosintesisnya.Cahaya matahari merupakan faktor penentu pertumbuhan tanaman. Kurangnya intensitas cahaya akibat penutupan kanopi akan menghambat perkembangan tumbuhan bawah. Dengan kata lain, jumlah jenis suatu komunitas tumbuhan berkorelasi negatif dengan naungan (Rad et al. 2009). Struktur dan komposisi vegetasi sangat berhubungan erat dengan susunan dan stratifikasi vertikal, morfologi, sebaran secara



horizontal, bentuk hidup (life form), dan kelimpahan vegetasi (Loveless, 1989; Kent dan Coker, 1992). Struktur suatu vegetasi terdiri dari individu-individu membentuk tegakan di dalam suatu ruang. Komunitas tumbuhan terdiri dari sekelompok tumbuhan dan setiap individu mempertahankan sifatnya. Struktur suatu vegetasi pada hutan hujan tropis dapat dilihat dari stratifikasinya (Mueller-Dumbois dan Ellenberg, 1974).

Struktur dan komposisi vegetasi dapat menunjukkan adanya perubahan lingkungan yang terjadi dan berlangsung dalam skala ruang dan waktu tertentu. Perubahan tersebut dapat berupa perubahan bentuk komposisi jenis, jarak tumbuh, tinggi tumbuhan, bentuk tajuk atau perubahan respon terhadap vegetasi tumbuhan di hutan secara musiman yang bergantung dari struktur komunitas dan komposisi vegetasinya. Beberapa sifat mendasar yang dimiliki oleh suatu komunitas tumbuhan, antara lain: mempunyai ciri-ciri komposisi floristik yang tetap; fisiognomi (struktur, tinggi, tajuk dan penutupan) yang relatif seragam serta mempunyai distribusi atau pola sebaran yang khas sesuai dengan lingkungan dan habitatnya (Rasidi, 2003).

### Kandungan Karbon Tumbuhan Bawah

Tumbuhan bawah di hutan, meskipun kecil dalam ukuran dibandingkan pohon besar, memiliki peran penting dalam penyimpanan karbon. Mereka berkontribusi terhadap biomassa hutan, terutama melalui proses fotosintesis yang menangkap karbon dioksida dari atmosfer dan mengonversinya menjadi biomassa. Proses ini membantu mengurangi jumlah karbon dioksida, gas rumah kaca yang berkontribusi pada pemanasan global. Nilai kandungan karbon dihitung berdasarkan biomassa dengan menggunakan faktor konversi 0,47, sesuai dengan standar SNI 7724-2019. Ini berarti sekitar 47% dari biomassa tumbuhan bawah dianggap sebagai kandungan karbon. Data perhitungan kandungan karbon tumbuhan bawah di berbagai tipe hutan, termasuk Hutan Pantai, Hutan Mangrove, Hutan Dominan Aren, dan Hutan Dataran Rendah dapat dilihat dengan jelas pada Tabel 10.

**Tabel 9.** Perhitungan Kandungan Karbon Tumbuhan Bawah

No	Tipe Hutan	Biomassa (kg/ha)			SNI 7724- 2019	Kadar Karbon (kg/ha)			Rata- Rata (kg/ha)
		Tipe Tumbuhan Bawah				Tipe Tumbuhan Bawah			
		Padat	Sedang	Jarang		Padat	Sedang	Jarang	
1	Hutan Pantai	4,028.17	2,894.60	1,225.65	0.47	1,893.24	1,360.46	576.06	1,276.59
2	Hutan Mangrove	3,977.60	2,462.29	1,197.73	0.47	1,869.47	1,157.28	562.93	1,196.56
3	Hutan Dominan Aren	2,014.29	1,899.38	974.33	0.47	946.71	892.71	457.94	765.79
4	Hutan Dataran Rendah	3,237.83	831.88	1,455.47	0.47	1,521.78	390.98	684.07	865.61

Dari Tabel 9, terlihat bahwa Hutan Pantai memiliki kandungan karbon tertinggi dalam kategori kerapatan padat, mencapai 1,893.24 kg/ha, diikuti oleh Hutan Mangrove (1,869.47 kg/ha), dan Hutan

Dominan Aren (946.71 kg/ha). Perbedaan ini menunjukkan variasi kemampuan tiap tipe hutan dalam menyimpan karbon. Perbedaan dalam kandungan karbon ini bisa disebabkan oleh jenis vegetasi, kepadatan tumbuhan bawah, dan karakteristik ekosistem hutan masing-masing. Hutan dengan jenis vegetasi yang padat umumnya mampu menyimpan karbon lebih tinggi dibandingkan dengan hutan yang lebih jarang atau dengan biomassa lebih rendah.

Kandungan karbon pada tumbuhan bawah menunjukkan variasi signifikan antar tipe hutan, juga sangat dipengaruhi oleh faktor intensitas cahaya. Intensitas cahaya mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan bawah di hutan, karena cahaya adalah sumber energi utama bagi proses fotosintesis. Di hutan dengan intensitas cahaya tinggi (seperti Hutan Mangrove), tumbuhan bawah cenderung tumbuh lebih padat dan subur karena mendapatkan cukup cahaya untuk fotosintesis. Sebaliknya, di hutan dengan intensitas cahaya rendah (seperti Hutan Dominan Aren), cahaya yang terbatas menyebabkan pertumbuhan tumbuhan bawah menjadi lebih jarang dan lambat. Dengan demikian, intensitas cahaya berperan penting dalam menentukan kepadatan dan distribusi tumbuhan bawah, yang berpengaruh pada biomassa dan kandungan karbon yang tersimpan di vegetasi tersebut.

Dengan meneliti kandungan karbon pada tumbuhan bawah, dapat diidentifikasi hutan yang berpotensi tinggi dalam penyimpanan karbon. Hutan dengan biomassa dan kandungan karbon yang tinggi, seperti Hutan Pantai dan Mangrove, penting untuk dilindungi dan dikelola dengan baik agar terus berperan sebagai penyimpan karbon yang signifikan. Strategi ini dapat membantu mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan kapasitas penyerapan karbon pada ekosistem hutan.

## KESIMPULAN

1. Hasil penelitian menunjukkan biomassa tumbuhan bawah pada Hutan pantai sebesar 2,716.14 kg/ha, Hutan Mangrove 2,545.87 kg/ha, Hutan Dataran Rendah 1,841.72 kg/ha, dan yang terendah adalah Hutan Dominan Aren 1,629.33 kg/ha. Hutan Mangrove dan Hutan Pantai memiliki biomassa tumbuhan bawah yang relatif sedikit dan rendah, sedangkan Hutan dominan Aren memiliki biomassa tumbuhan bawah sedang, sedangkan Hutan Dataran Rendah lebih Tinggi dan beragam tumbuhan bawah.
2. Faktor-faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, kelembapan tanah dan kerapatan vegetasi memiliki pengaruh terhadap variasi biomassa tumbuhan bawah pada tipe-tipe hutan tersebut di negeri hatusua.

## DAFTAR PUSTAKA

Alongi, D. M. 2008. Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76(1), 1-13.(Issue 3).

- Ashton, P. S., & Hall, P. 1992. Comparisons of structure among mixed dipterocarp forests of north-western Borneo. *Journal of Ecology*, 80(3), 459-481.
- Giesen, W., Wulffraat, S., Zieren, M., & Scholten, L. 2007. Mangrove guidebook for Southeast Asia. *FAO and Wetlands International*.
- Kartawinata, K., et al. 2001. Ecology of Indonesian rain forests and its relevance to conservation and management. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 22(1), 1-19.
- Manafe, G., Kaho, M. R., & Risamasu, F. 2016. Estimasi Biomassa Permukaan dan Stok Karbon pada Tegakan Pohon *Avicennia Marina* dan *Rhizophora Mucronata* di Perairan Pesisir Oebelo Kabupaten Kupang. *Bumi Lestari*.
- Medina., D, S. 2018. potensi karbon pada tegakan pohon di pulau tidung kepulauan seribu
- Nahdi MS, Darsikin. 2014. Distribusi dan kemelimpahan jenis tumbuhan bawah pada naungan *Pinus mercusii*, *Acacia auriculiformis* dan *Eucalyptus alba* di Hutan Gama Giri Mandiri Yogyakarta. *Jurnal Natur Indonesia*.16(1):33-41.
- Nirwani Z. 2010. Keanekaragaman tumbuhan bawah yang berpotensi sebagai tanaman obat di Hutan Taman Nasional Gunung Leuser Sub Seksi Bukit Lawang [Skripsi]. Fakultas Kehutanan Universitas Negeri Sumatera Utara.
- Ribianti, I., Daud, M., Aziz Abdullah, A., & Sardiawan, A. 2022. Estimasi Biomassa, Cadangan Karbon, Produksi O<sub>2</sub> dan Nilai Jasa Lingkungan Serapan CO<sub>2</sub> Tegakan Hutan di Taman Hutan Raya Abdul Latief. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 14(1), 12-26.
- Ridwanullah, D., 2011. Pendugaan fluktuasi kandungan karbon melalui analisis biomassa pohon Akasia (*Acacia mangium* Willd) studi kasus PT. Sumatra Sylva Lestari [tesis]. Universitas Riau, Riau.
- Satriawan, H., Fuady, Z., & Ernawita, E. 2022. Potensi Karbon Tanah dari Gulma di Bawah Tegakan Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 9(2), 5.
- Whitmore, T. C. 1984. Tropical rain forests of the Far East. *Oxford University Press*.
- Windusari, Y *et al.* 2012. Dengan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah Di Kawasan Suksesi Alami Pada Area Pengendapan Tailing Pt Freeport Indonesia. *Jurnal Biospecies*, Vol. 5 No. 1 : hlm 22-28.
- Yuniawati 2013. Pengaruh Kayu Terhadap Potensi Karbon Tumbuhan Bawah dan Serasah Di Lahan Gambut (Studi Kasus Di Areal HTI Kayu Serat PT. RAPP Sektor Pelawan, Provinsi Riau). *J. Hutan Tropis* Volume 1 No. 1 Maret 2013. ISSN : 2337-7771 E-ISSN : 2337-7992.
- Asril. 2009. Pendugaan Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Rawa Gambut Di Stasiun Penelitian Suaq balimbing Kabupaten Aceh Selatan Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Program Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara.
- Hilwan, I., Dadan, M., dan Weda, G.P., 2013. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bawah pada Tegakan Sengon Buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb.) dan Trembesi (*Samanea saman* Merr.) di Lahan Pasca Tambang Batubara PT Kitadin, Embalut, Kutai Kartanagara, Kalimantan Timur. *Jurnal Silviculture Tropika* 4(1):6-10.