

**ESTIMASI SIMPANAN KARBON POHON DI KAWASAN  
WISATA AIR TERJUN PRIA LAOT KOTA SABANG**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh :**

**ZAHARA AFNITA  
NIM. 190703042  
Mahasiswa Program Studi Biologi  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2024 M/1446 H**

**ESTIMASI SIMPANAN KARBON POHON DI KAWASAN  
WISATA AIR TERJUN PRIA LAOT KOTA SABANG**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Salah Satu Persyaratan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi  
dalam Program Studi Biologi

Oleh:

**ZAHARA AFNITA**

**190703042**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Biologi**

Disetujui Untuk Dimunafasyahkan Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

**Dr. Muslich Hidayat, M.Si**  
**NIDN. 2002037902**

**Ayu Nirmala Sari, M. Si**  
**NIDN. 2027028901**

**AR - RANIRY**

Mengetahui

Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains  
dan Teknologi UIN Ar-Raniry

**Dr. Muslich Hidayat, M.Si**  
**NIDN. 2002037902**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ESTIMASI SIMPANAN KARBON POHON DI KAWASAN  
WISATA AIR TERJUN PRIA LAOT KOTA SABANG**

**SKRIPSI**

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/ Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1) Dalam Ilmu/ Prodi Biologi

Pada Hari/Tanggal: Senin, 5 Agustus 2024

30 Muharram 1446 H

Di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi:

Ketua,

  
Dr. Muslich Hidayat, M.Si  
NIDN. 2002037902

Sekretaris,

  
Ayu Nirmala Sari, M. Si  
NIDN. 2027028901

Penguji I,

  
Arif Sardi, M.Si  
NIDN. 2019068601

Penguji II,

  
Kamaliah, M. Si  
NIDN. 2015028401

**A R R A N I R Y**  
Mengetahui

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah., MT., IPU  
NIDN. 0002106203

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zahara Afnita

NIM : 190703042

Program Studi : Biologi

Judul Skripsi : Estimasi Simpanan Karbon Pohon di Kawasan Wisata Air  
Terjun Pria Laot Kota Sabang

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 21 Mei 2024  
Yang Menyatakan



Zahara Afnita

## ABSTRAK

Nama : Zahara Afnita  
NIM : 190703042  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Estimasi Simpanan Karbon Pohon di Kawasan Wisata Air  
Terjun Pria Laot Kota Sabang  
Pembimbing I : Dr. Muslich Hidayat, M.Si  
Pembimbing II : Ayu Nirmala Sari, M.Si  
Kata Kunci : Air Terjun Pria Laot, Sabang, biomassa, simpanan karbon,  
stok karbon, karbon pohon

Kawasan Air Terjun Pria Laot Kota Sabang merupakan kawasan hutan tropis yang masih rapat. Kawasan ini mempunyai vegetasi tumbuhan yang dapat menyerap karbondioksida dan menyimpannya dalam bentuk biomassa. Biomassa dapat menggambarkan jumlah karbon yang diserap tumbuhan dari atmosfer, sehingga melalui estimasi stok karbon dapat diketahui seberapa besar peran pohon dalam mengurangi karbon di atmosfer. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui biomassa yang tersimpan pada setiap pohon dan karbon total tersimpan di Kawasan Air Terjun Pria Laot Kota Sabang. Penelitian ini menggunakan metode transek garis dan kuadrat yang terdiri dari III stasiun. Setiap stasiun transek sepanjang 100 m dengan ukuran plot 20×20 m dan jarak antar plot 10 m yang berjumlah 4 plot pada III stasiun. Stasiun I berada di kawasan air terjun dengan vegetasi yang kurang rapat, stasiun II mempunyai vegetasi yang rapat dan stasiun III dengan vegetasi kurang rapat karena dekat dengan pemukiman warga. Selanjutnya dilakukan pengukuran tinggi pohon, DBH (*diameter at breast*) dan parameter fisika-kimia meliputi suhu udara 28,5 %, kelembapan udara 78 %, pH tanah 4,5 pH, kelembapan tanah 76,6 % dan intensitas cahaya 91,3 cd. Jumlah biomassa dan karbon tertinggi di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang terdapat pada pohon angsana (*Pterocarpus indicus*) dengan jumlah biomassa 6,869 ton/ha dan karbon 3,434 ton/ha, sedangkan jumlah biomassa karbon yang terendah terdapat pada kluwih (*Artocarpus camansi*) dengan kandungan biomassa 1,085 ton/ha dan karbon 0,540 ton/ha. Jumlah total biomassa pada pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot Sabang sebesar 303,725 ton/ha dan jumlah total karbon sebesar 156,729 ton/ha.

## ABSTRACT

*Name* : Zahara Afnita  
*Student Id Number* : 190703042  
*Study Program* : Biology  
*Faculty* : Sains and Technology  
*Script Tittle* : An Estimate of Carbon Stored on Trees in the Pria Laot Waterfall Sabang City  
*Supervisor I* : Dr. Muslich Hidayat, M.Si  
*Supervisor II* : Ayu Nirmala Sari, M.Si  
*Keys Word* : Pria Laot Waterfall, Sabang, biomass, tree carbon

*The Pria Laot Waterfall area in Sabang City is a dense tropical forest area. This area has plant vegetation that can absorb carbon dioxide and store it in the form of biomass. Biomass can describe the amount of carbon absorbed by plants from the atmosphere, so that through carbon stock estimation we can find out how big a role trees play in reducing carbon in the atmosphere. This research aims to determine the biomass stored in each tree and the total carbon stored in the Pria Laot Waterfall Area, Sabang City. This research uses the line and quadratic transect method consisting of three stations. Station I is in a waterfall area with less dense vegetation, station II has dense vegetation and station III has less dense vegetation because it is close to residential areas. Each station has a 100 m transect line with a plot size of 20×20 m and a distance between plots of 10 m, totaling 12 plots at 3 stations. Tree height, DBH (diameter at breast) and physicochemical parameters including air temperature 28,5 %, air humidity 78 %, soil pH 4,5 pH, soil moisture 76,6 % and light intensity 91,3 cd were measured. The highest amount of biomass and carbon in the Pria Laot Waterfall Area, Sabang is found in the sengana tree (*Pterocarpus indicus*) with a biomass of 6,869 tons/ha and carbon 3,434 tons/ha, while the lowest amount of carbon biomass is found in the kluwih (*Artocarpus camansi*) with a content of biomass 1.085 tons/ha and carbon 0.540 tons/ha. The total amount of biomass in trees in the Pria Laot Sabang Waterfall Area is 303,725 tonnes/ha and the total amount of carbon is 156,729 tonnes/ha.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Estimasi Simpanan Karbon Pohon di Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot Kota Sabang”**. Shalawat dan salam penulis sanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW. Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana sains (S.Si) di Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Kelancaran serta keberhasilan dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan peran dari berbagai pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M. T., IPU selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Dr. Muslich Hidayat, M.Si sebagai Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan selaku Pembimbing I dalam penulisan skripsi.
3. Syafrina Sari Lubis, M.Si. selaku Sekretaris Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
4. Ayu Nirmala Sari, M.Si sebagai pembimbing akademik dan selaku pembimbing II yang telah banyak memberi masukan dan arahan selama bimbingan.
5. Seluruh dosen dan staf pengajar, Prodi Biologi yang telah membantu menyelesaikan segala keperluan mahasiswa.
6. Ayahanda Ismail Hasan dan Ibu Elvidar yang selalu mendukung dan memotivasi penulis hingga saat ini.
7. Nurcipah, Raisa Lutfia, Adinda Khairunnisa, Seri Anita, Sahriana dan Raihan Fahira yang telah mendukung dan memberikan semangat serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman seangkatan leting 2019 Prodi Biologi yang ikut mengambil peran dalam penulisan skripsi ini.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu dan berpartisipasi dalam memberikan bimbingan. Semoga segala

bentuk kebaikan dan keikhlasan mendapatkan pahala dari Allah SWT amin, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini, oleh karena itu besar harapan penulis untuk mendapatkan kritikan dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Banda Aceh, 21 April 2024

Penulis,

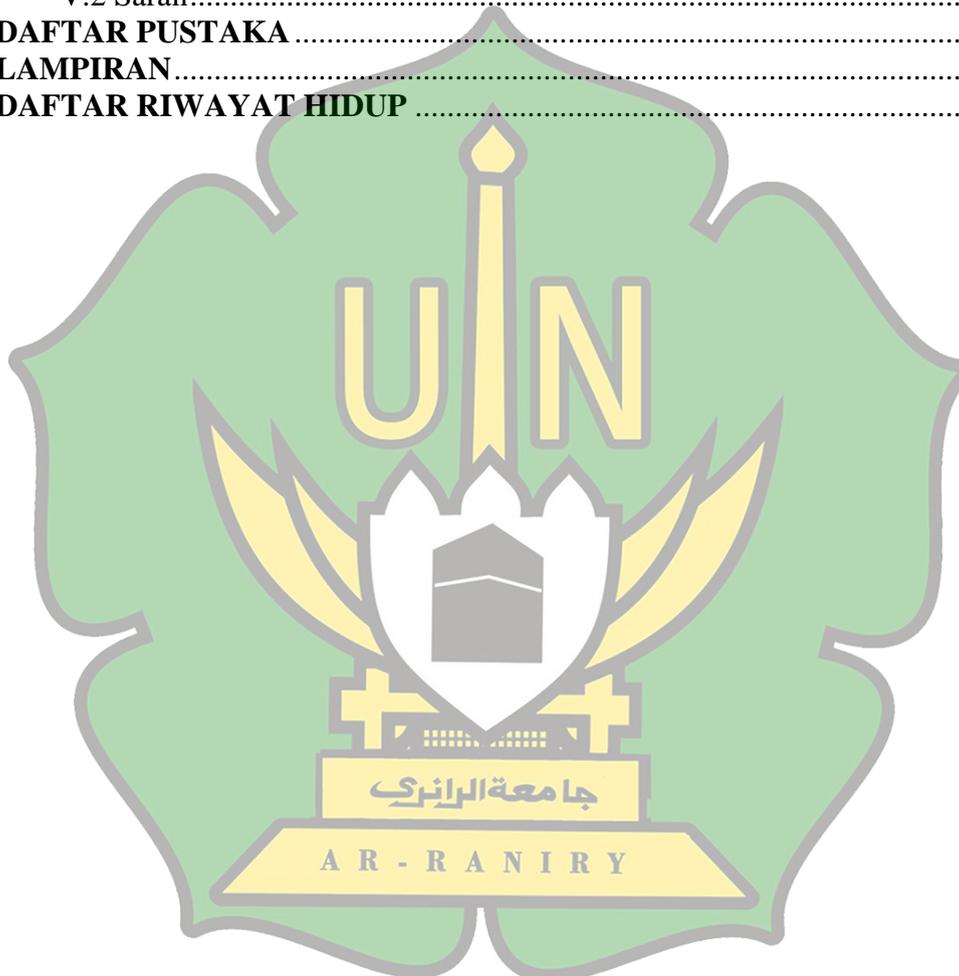
Zahara Afnita



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	6
I.2 Rumusan Masalah .....	6
I.3 Tujuan Penelitian .....	6
I.4 Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
II.1 Siklus Karbon .....	8
II.2 Biomassa.....	10
II.3 Karbon Tersimpan .....	11
II.4 Karbon Pohon.....	13
II.5 Pengukuran Karbon .....	14
II.6 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Karbon.....	17
II.7 Kawasan Wisata Alam Air Terjun Pria Laot.....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
III.1 Tempat dan Waktu .....	22
III.2 Objek Penelitian .....	22
III.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	23
III.4 Metode Penelitian.....	23
III.5 Prosedur Kerja.....	23
III.5.1 Pembuatan Transek .....	23
III.5.2 Pengukuran Diameter Pohon.....	24
III.5.3 Pengukuran Tinggi Pohon.....	25
III.5.4 Pengambilan dan Penimbangan Sampel .....	25
III.5.5 Pengidentifikasian dan Pengeringan Sampel .....	25
III.5.6 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia .....	26
III.6 Analisis Data .....	27
III.7 Diagram Alir Penelitian .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>30</b>
IV.1 Hasil Penelitian .....	30
IV.1.1 Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Setiap Pohon yang Ada di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang.....	30
IV.1.2 Jumlah Total Biomassa dan Karbon Total yang Tersimpan di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang .....	34
IV.1.3 Jumlah Kandungan Karbon per Hektar pada Setiap Plot di	

Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang Ada di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang.....	36
IV.2 Pembahasan.....	38
IV.2.1 Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Setiap Pohon yang Ada di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang.....	38
IV.2.2 Jumlah Total Biomassa dan Karbon Total yang Tersimpan di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang .....	42
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	45
V.1 Kesimpulan.....	45
V.2 Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	47
<b>LAMPIRAN</b> .....	61
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	77



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Siklus Karbon .....	10
Gambar II.2 Air Terjun Pria Laot dan Sumber Air .....	21
Gambar III.1 Peta Lokasi Penelitian .....	22
Gambar III.2 Garis Transek dan Plot .....	24
Gambar III.2 Pengukuran DBH Pohon .....	24
Gambar III.3 Pengukuran Tinggi Pohon.....	25
Gambar III.4 Diagram Alir Penelitian .....	29



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : SK Penelitian .....	61
Lampiran 2 : Surat Izin Penelitian .....	62
Lampiran 3 : Kegiatan Penelitian.....	63
Lampiran 4 : Alat dan Bahan Penelitian .....	65
Lampiran 5 : Biaya Penelitian.....	68
Lampiran 6 : Tabel Hasil Penelitian.....	70
Lampiran 7 : Data Penelitian Biomassa dan Karbon Jenis Pohon.....	73



## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 : Jumlah Sebaran Pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang .....	30
Tabel IV.2 : Jumlah Biomassa Tersimpan pada Setiap Jenis Pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang .....	32
Tabel IV.3 : Jumlah Total Biomassa Tersimpan pada Pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang.....	34
Tabel IV.4 : Jumlah Kandungan Karbon Per Hektar pada Setiap Plot di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang.....	36
Tabel IV.5 : Parameter Fisik di Seluruh Lokasi Penelitian di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang.....	37



## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Halaman
CO <sub>2</sub>	Karbondioksida	1
DAS	Daerah Aliran Sungai	4
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum	5
spp	Spesies	5
E	Energi Matahari	7
O <sub>2</sub>	Oksigen	7
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	Glukosa	7
C	Karbon	9
SOC	<i>Carbon Sequestration</i>	10
O	Nitrogen Monoksida	11
AMDAL	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan	14
DBH	<i>Diameter at Breast Height</i>	15
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>	16
RTRW	Rencana Tata Ruang Wilayah	19
GPS	<i>Global Positioning System</i>	21
KHDTK	Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus	37
<b>Lambang</b>		
Ton/ha	Berat/Luas	4
C/ha	Carbon/Luas	4
H <sub>2</sub> O	Dihidrogen Monoksida/Air	7
°C	Derajat Celcius	8
CH <sub>4</sub>	Metana	9
Ng/ha	Gravitasi/Luas	14
gr/cm <sup>3</sup>	Gram/Centimeter Kubik	14
gr	Gram	14

cm <sup>3</sup>	Centimeter Kubik	14
cm	Centimeter	15
m	Meter	15
kg/ha	Kilogram/Luas	16
kg	Kilogram	16



## DAFTAR ISTILAH

- Carbon sequestration* : Penangkapan dan penyimpanan karbondioksida dari atmosfer dalam jangka waktu yang lama
- Detritus : Bahan organik dari partikulat mati, yang dibedakan dari bahan organik terlarut
- Mitigasi : upaya yang memiliki tujuan mengenali resiko, penyadaran akan resiko bencana, perencanaan penanggulangan dan sebagainya
- Allometrik : Hubungan antara ukuran atau pertumbuhan dari salah satu komponen makhluk hidup dengan keseluruhan komponen dari makhluk hidup tersebut.
- Iklm : Kebiasaan dan karakter cuaca yang terjadi di suatu tempat atau daerah.
- Fiksasi : Proses konversi karbon anorganik (karbondioksida) menjadi senyawa organik oleh organisme hidup.
- Hidrolisis : Reaksi kimia yang memecah molekul air ( $H_2O$ ) menjadi kation hidrogen ( $H^+$ ) dan anion hidroksida ( $OH^-$ ) melalui suatu proses kimia.
- Difusi : Perpindahan suatu zat dalam pelarut dari bagian tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah.
- Reduksi : Reaksi yang mengalami penurunan bilangan oksidasi dan kenaikan elektron.
- Hidrologi : Proses air dari atmosfer ke bumi, lalu air akan kembali lagi ke atmosfer dan begitu seterusnya.
- Carbon stok* : Jumlah C yang disimpan dalam komponen biomasa dan nekromasa baik di atas permukaan tanah dan di dalam tanah.
- Carbon pool* : Tempat dimana stok karbon tersimpan.

<i>Growth stage</i>	: Tahap pertumbuhan.
Temperature	: Ukuran panas atau dinginnya suatu benda.
Atmosfer	: Lapisan gas yang menyelimuti suatu planet.
Biosfer	: Lapisan bumi yang ditempati oleh organisme.
Terrestrial	: Tanah atau permukaan tanah.
Ekosistem	: Hubungan timbal baik antara organisme dengan lingkungan.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai jenis hutan dominan, dimana sumber daya hutannya terdiri dari beragam jenis hutan alam. Hutan dapat menjadi pembersih udara dengan mengubah gas karbondioksida menjadi simpanan sumber karbon. Secara ekologis kemampuan hutan dalam menyerap senyawa karbon dapat memberikan manfaat yang besar, dimana hal ini dapat mengurangi emisi karbon (Nusantoro, 2021). Keanekaragaman jenis pohon di hutan berperan sebagai simpanan karbon yang paling tinggi. Jumlah keanekaragaman jenis flora pada tingkat habitat merupakan salah satu indikator kualitas habitat, dimana dari tingkat keanekaragaman jenis ini mempengaruhi tingkat kestabilan dan ketahanan suatu ekosistem hutan (Erly *et al.*, 2019). Seluruh dunia memiliki hutan sebagai sebuah bentuk kehidupan. Hutan dapat berupa hutan tropis maupun hutan sub tropis, hutan yang tersebar juga berbeda-beda di setiap belahan negara (Prabowo *et al.*, 2020).

Pemanasan global dan efek gas rumah kaca disebabkan oleh kegiatan manusia. Pemanasan global terjadi karena adanya konsentrasi gas-gas tertentu yang terus bertambah di udara. Hal ini menyebabkan perubahan iklim global dengan beberapa dampak signifikan (Irma & Gusmira, 2024). Perubahan iklim yang terjadi sekarang sudah menjadi dampak yang harus diperhatikan dengan serius. Salah satu dampak yang terlihat yaitu dalam bidang kesehatan yang mengancam kehidupan manusia (Susilawati, 2021). Konsentrasi karbondioksida yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya efek rumah kaca hingga pemanasan global. Manusia atau hewan yang menghirup gas karbondioksida dalam kadar rendah dapat mengalami sesak napas, jika dalam kadar yang tinggi bisa menyebabkan pingsan bahkan kematian (Haruna, 2020).

Emisi karbon dilaporkan selalu naik setiap tahunnya. Emisi karbon sendiri ialah proses pelepasan jenis gas yang mengandung karbon ke atmosfer. Aktivitas manusia selalu menambah kadar karbondioksida hingga alam tidak mampu menyerapnya dan membuat kadar karbondioksida meningkat (Hilmi *et al.*, 2020). Seiring dengan perubahan zaman, iklim akan berubah dan menjadi permasalahan

bagi semua kalangan manusia. Perubahan iklim secara global terus terjadi sejalan dengan meningkatnya aktivitas manusia. Penebangan liar yang dilakukan manusia guna membangun lahan baru dengan cara membakar lahan dapat mempengaruhi perubahan iklim karena pembakaran hutan akan menghasilkan karbondioksida dan emisi gas lainnya ke udara (Kusumawati *et al.*, 2023). Emisi gas yang berlebihan dapat berakibat pada pemanasan global. Dampak emisi yang menyebabkan perubahan iklim yang terus menerus berubah menyebabkan terjadinya banjir, kelaparan dan ketidakstabilan ekonomi (Darajati *et al.*, 2022).

Hutan pada dasarnya merupakan penopang bagi bumi yang menjadi sumber kehidupan bagi semua makhluk hidup yang berada di atasnya. Kawasan hutan menjadi sistem sirkulasi dan respirasi dari suatu ekosistem lingkungan hidup. Banyak peran hutan yang berfungsi dalam keberlanjutan kehidupan manusia, salah satunya ialah sebagai penyerap karbondioksida (Mangatas, 2021). Pohon dapat menyerap segala jenis gas maupun segala komponen berbahaya dari udara dan mengubahnya menjadi udara (oksigen) yang aman untuk dihirup oleh makhluk hidup. Karbon diikat oleh pohon melalui proses fotosintesis seiring dengan pertumbuhannya dan disimpan menjadi biomassa (Heiyanto *et al.*, 2020). Vegetasi pohon yang rapat bisa meningkatkan jumlah biomassa karbon serta serapan karbon. Jumlah vegetasi akan mempengaruhi banyaknya cadangan biomassa yang terserap dan tersimpan. Pohon dengan tinggi dan DBH besar akan memiliki cadangan biomassa yang lebih tinggi (Darliana *et al.*, 2023).

Tumbuhan merupakan satu-satunya makhluk hidup yang dapat menyerap karbon dan mengubahnya menjadi oksigen. Proses fotosintesis pada tumbuhan akan mengubah karbondioksida menjadi oksigen yang aman untuk kesehatan manusia (Firdaus, 2019). Keberadaan vegetasi pohon mampu menyerap polutan di udara terutama karbondioksida yang akan digunakan tumbuhan dalam proses fotosintesisnya. Keberadaan pohon mampu mengurai emisi dengan cara fotosintesis kemudian menyimpannya sebagai cadangan karbon. Selain itu vegetasi mampu meningkatkan kualitas udara (Sari *et al.*, 2021). Jumlah karbon yang tersimpan pada tumbuhan menunjukkan jumlah karbon yang ada di udara melalui proses fotosintesis. Berbagai jenis pohon yang ada di hutan mampu

menyerap karbon tersimpan yang besar. Karbon secara alami tersimpan dan dimanfaatkan oleh setengah dari makhluk hidup (Sardi *et al.*, 2021).

Pohon merupakan tanaman tingkat tinggi dan massa hidup bertahun-tahun yang mempunyai peran dalam menjaga kesuburan tanah dengan menghasilkan serasah sebagai unsur hara. Biomassa pohon mengalami perkembangan dan perubahan karena terjadinya penyerapan karbondioksida di udara yang kemudian diubah menjadi bahan organik melalui fotosintesis. Peran penting biomassa dalam siklus biogeokimia sangat berpengaruh terhadap proses aktivitas siklus karbon (Karina & Nurdiana, 2021). Emisi suhu yang meningkat di permukaan bumi berkisar 75% berasal dari pencemaran udara yang dihasilkan gas buangan bahan bakar fosil kendaraan. Bahan bakar fosil merupakan sumber penghasil polutan yang berasal dari gas buang karbondioksida dan gas emisi buang lainnya. Gas emisi kendaraan bermotor sudah tidak dapat diragukan lagi sebagai sumber utama penghasil polusi udara (Kurnia & Sudarti, 2021).

Biomassa karbon akan menjadi nutrisi bagi tumbuhan untuk proses hidup dan masuk dalam struktur tumbuhan yang kemudian menjadi bagian dari tumbuhan, misalnya selulosa. Selulosa merupakan molekul gula linear berantai panjang yang disusun oleh karbon. Semakin besar diameter pohon maka tinggi pula kandungan selulosa (Santoso *et al.*, 2019). Jumlah karbon setiap pohon berbeda, hal ini berdasarkan tahapan pertumbuhan, tingkatan pertumbuhan dan kondisi lingkungan. Selain itu laju fotosintesis juga dapat menentukan jumlah biomassa dan cadangan karbon pada pohon (Nuranisa *et al.*, 2020). Selama proses fotosintesis karbondioksida dari atmosfer disimpan dalam bentuk biomassa. Biomassa yang bisa tersimpan dapat mengurangi karbon dioksida di udara. Melalui proses fotosintesis karbondioksida yang diserap kemudian diubah menjadi karbohidrat dan disalurkan ke seluruh tubuh tumbuhan dan tersimpan dalam daun, cabang, batang, buah dan daun (Aisoi & Ruth, 2021).

Biomassa dari pohon sangat berpengaruh terhadap kandungan karbon. Mengukur jumlah karbon yang tersimpan dalam tanaman bisa mendeskripsikan karbon yang ada di udara diserap oleh tanaman (Amaliyah *et al.*, 2022). Hutan yang terjaga dan lestari akan menyimpan banyak karbon, dimana hutan dengan pertumbuhan baru mampu menyerap karbondioksida lebih banyak. Penyerapan

karbon melalui fotosintesis ini mampu menyerap karbondioksida berlebih di atmosfer (Syamsudin *et al.*, 2020). Karbon pohon ialah penjumlahan total rata-rata kandungan biomassa bagian dari pohon yang berasal dari total material organik hasil fotosintesis. Banyaknya simpanan karbon dan sebuah tumbuhan tergantung dari jenis dan sifat dari tumbuhan tersebut. Proses simpanan karbon dalam tumbuhan yang sedang tumbuh ialah sekuestrasi karbon (*carbon sequestration*) (Luhulima *et al.*, 2020).

Berdasarkan penelitian mengenai valuasi vegetasi pohon ruang terbuka hijau objek wisata religi Makam Sultan Suriansyah di tepian Sungai Kuin Kota Banjarmasin dapat diketahui vegetasi pohonnya tidak cukup baik dan nilai rata-rata karbon pohon yang tersimpan per hari untuk kawasan masih rendah. Jumlah simpanan karbon terbesar terdapat pada pohon kamboja dan mangga yang mencapai 506 ons/hari (Rahmani & Caesarina, 2019). Penelitian mengenai potensi dan nilai ekonomi cadangan karbon pada area hijau yang dikelola oleh PT. Pertamina (PERSERO) fuel terminal Boyolali diketahui bahwa total cadangan karbon yang dimiliki meliputi kawasan operasional FT Boyolali, DAS Kali Pepe, dan Hutan Wonopetro sebesar 732,881 ton, yang setara dengan serapan karbondioksida (CO<sub>2</sub>-eq) sebesar 2.689,672 ton (Sunarno *et al.*, 2020). Sedangkan pada penelitian estimasi jumlah stok karbon yang tersimpan di lahan basah Desa Sungai Tohor Kecamatan Tebing Tinggi Timur Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau dapat diketahui jumlah total stok karbon yang tersimpan di kawasan tersebut sebesar 51.499,10 ton C/ha. Total simpanan karbon terbesar berada pada wilayah mangrove yakni sebesar 31.525,83 ton C/ha dan di wilayah gambut memiliki kemampuan menyimpan karbon yang lebih rendah dengan nilai total 19.973,27 ton C/ha (Maizaldi *et al.*, 2019).

Aceh merupakan salah satu wilayah yang memiliki objek pariwisata yang menarik salah satunya Sabang. Sabang memiliki keindahan alam pengunungan dan air terjun, seperti Air Terjun Pria Laot (Irayana *et al.*, 2023). Habitat di sekitar air terjun menjadi ekosistem yang baik bagi tanaman karena daerah yang lembab. Vegetasi yang bagus membuat proses siklus hara menjadi tertutup sehingga kondisi lingkungan tetap terstruktur. Keberadaan vegetasi pohon membuat keseimbangan kadar karbondioksida dan oksigen di udara (Haryadi, 2017).

Berdasarkan survei awal pada tanggal 26 Februari 2023 diketahui bahwa Kawasan Air Terjun Pria Laot merupakan kawasan hutan tropis yang masih rapat dan sumber airnya dijadikan sebagai tempat wisata dan menjadi sumber air bagi warga di sekitarnya. Selain sebagai tempat wisata air terjun juga menjadi tempat dengan vegetasi tumbuhan yang beragam jenis.

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan di Air Terjun Pria Laot di Sabang. Penelitian Sunarno (2020) dilakukan di daerah aliran sungai dan hutan, penelitian Maizaldi (2019) di lahan basah yang melingkupi daerah mangrove hingga ke wilayah gambut, penelitian oleh Rahmani (2019) dilakukan di tepian sungai yang mempunyai vegetasi pohon tidak tergolong endemik yang keberadaan pohonnya dipengaruhi oleh renovasi di sekitar sungai tersebut. Berbeda dengan penelitian penulis yang dilakukan di Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot yang sungainya langsung mengalir ke laut dan tidak ada lahan mangrove dan vegetasinya bagus, salah satu tumbuhan yang paling banyak dijumpai yaitu hemiepifit seperti *Ficus* spp.

Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot memiliki tanah dengan tipe bersolum tebal dan subur. Daerah sekitar Wisata Air Terjun Pria Laot termasuk dalam lingkungan yang subur dan lembab (Peniwidiyanti & Ashari, 2018). Hasil wawancara dengan Geuchik Gampong Batee Shoek pada tanggal 26 Februari diketahui Air Terjun Pria Laot dijadikan sebagai sumber air PDAM bagi warga sekitar selain sebagai tempat wisata alam. Jika dijadikan lokasi wisata tanpa adanya pengawasan, maka lokasi tersebut akan menjadi tercemar oleh manusia dimana kurang tersedianya tempat pembuangan sampah. Kurangnya tempat sampah membuat wisatawan membuang sampah secara sembarangan. Hal ini dapat mengakibatkan tanahnya tercemar oleh sampah plastik. Selain itu terjadi juga penebangan di sekitar Air Terjun Pria Laot yang menyebabkan berkurangnya pohon yang dapat mencegah terjadinya abrasi. Banyak juga kawasan tersebut dijadikan sebagai daerah perkebunan warga. Adanya perubahan kawasan ini mengakibatkan tercemarnya kawasan wisata Air Terjun Pria Laot.

Selain dari faktor alam, manusia juga sering menjadi salah satu faktor yang sangat mempengaruhi terjadinya perubahan iklim secara ekstrim. Kerusakan

lingkungan merupakan salah satu ulah dari manusia yang menyebabkan perubahan iklim. Seringnya terjadinya penebangan liar dan pembakaran area hutan yang dilakukan untuk membuka lahan perkebunan warga dapat mempengaruhi penyerapan karbondioksida yang semakin berkurang (Kusumawati *et al.*, 2023). Penebangan pohon dapat menyebabkan degradasi hutan sehingga mengurangi biomassa pohon dan meningkatnya emisi karbon. Berkurangnya biomassa dan bertambahnya biomassa dapat mengakibatkan tingginya konsentrasi gas rumah kaca (Yuniawati *et al.*, 2022).

Hasil survei awal yang dilakukan pada tanggal 26 Februari 2023 menunjukkan belum adanya penelitian yang dilakukan di Air Terjun Pria Laot. Untuk saat ini belum ada literatur, penelitian, publikasi maupun dokumentasi mengenai Kawasan Air Terjun Pria Laot yang berhubungan dengan estimasi karbon. Oleh karena itu berdasarkan latar belakang di atas peneliti merasa tertarik dan penting untuk melakukan penelitian mengenai estimasi karbon pohon yang ada di wilayah tersebut, dengan judul “Estimasi Karbon Pohon di Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot Kota Sabang”.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa biomassa yang tersimpan pada setiap pohon di Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot Kota Sabang?
2. Berapa jumlah total karbon yang tersimpan pada Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot Kota Sabang?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui biomassa yang tersimpan pada setiap pohon di Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot Kota Sabang
2. Mengetahui total karbon yang tersimpan pada Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot Kota Sabang

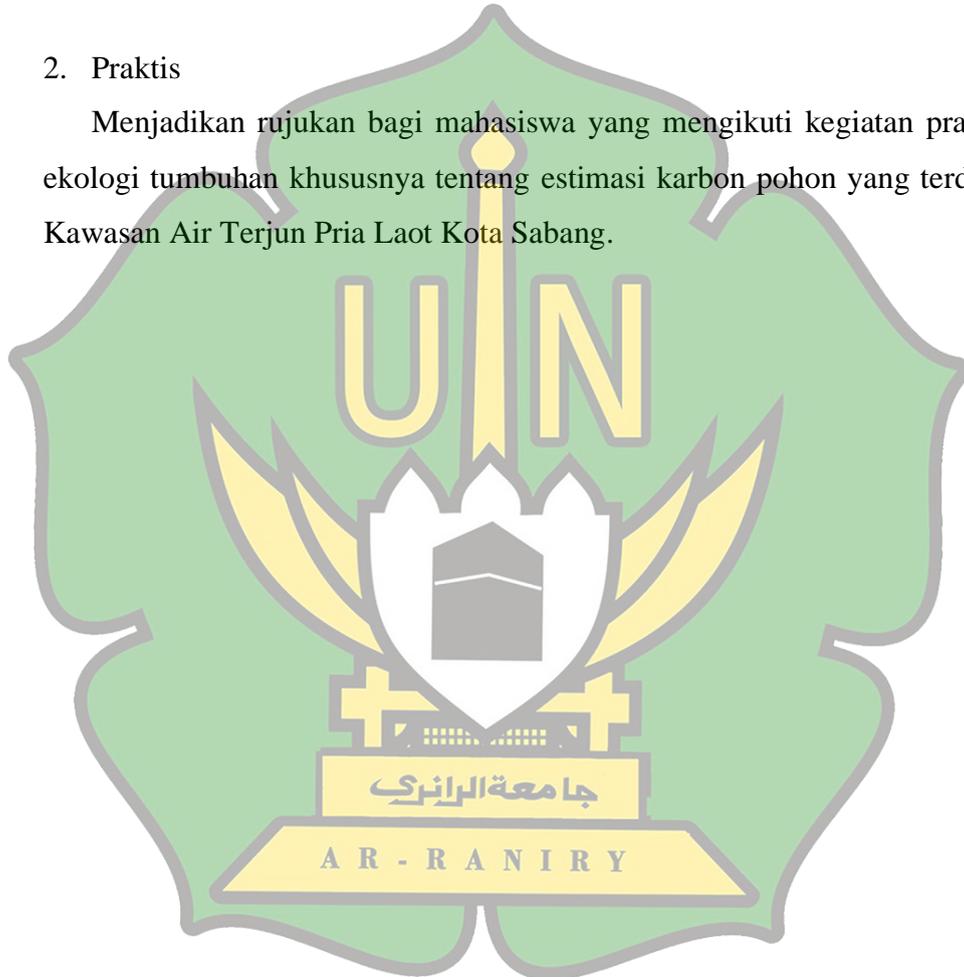
#### **I.4 Manfaat**

##### **1. Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa lainnya sebagai informasi terkait estimasi karbon pohon yang terdapat di Kawasan Air Terjun Pria Laot Bate Shoek Kota Sabang dan memberikan informasi tambahan bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian lebih lanjut.

##### **2. Praktis**

Menjadikan rujukan bagi mahasiswa yang mengikuti kegiatan praktikum ekologi tumbuhan khususnya tentang estimasi karbon pohon yang terdapat di Kawasan Air Terjun Pria Laot Kota Sabang.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Siklus Karbon

Senyawa karbon sangat melimpah di muka bumi ini. Karbon dapat ditemukan dimana-mana, bahkan pada tubuh manusia. Karbon di alam mengalami siklus yang dimana siklus ini disebut siklus karbon (Firdaus & Wijayanti, 2019). Siklus karbon merupakan sebuah daur yang terus terjadi dalam ekosistem. Siklus karbon diawali dengan adanya karbon yang berasal dari atmosfer berpindah ke tumbuhan, konsumen, dan organisme pengurai kemudian kembali lagi ke atmosfer (Arfina *et al.*, 2020). Pohon menyelamatkan bumi dari pemanasan global dunia. Pohon berperan penting dalam penyerapan karbon serta siklus karbon yang terjadi. Siklus karbondioksida menjaga keseimbangan alami konsentrasi atmosfer (Ramadhani *et al.*, 2022).

Siklus biogeokimia karbon terdiri dari perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer bumi. Meningkatnya karbondioksida di atmosfer menyebabkan panas yang terlepas akan diserap oleh karbondioksida dan dipancarkan kembali ke bumi, hingga terjadinya pemanasan pada bumi (Lokitaswara, 2018). Siklus karbon dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu vegetasi, kondisi lingkungan dan tempat tumbuh, kondisi pengelolaan dan gangguan terhadap hutan. Hutan mampu menyerap dan menyimpan karbon tidak tergantung dari jenis hutan dan keragaman pohonnya (Riry & Lasaiba, 2022). Siklus karbon adalah daur biogeokimia yang melibatkan aspek kehidupan, bumi dan kimia. Dalam siklus ini terdapat empat reservoir karbon utama yang dihubungkan oleh jalur pertukaran yaitu atmosfer, biosfer, terestrial, lautan dan sedimen (Irawan & Purwanto, 2020).

Siklus karbon merupakan proses daur ulang dalam ekosistem. Proses ini terjadi dari karbon di atmosfer berpindah ke tumbuhan, konsumen dan organisme pengurai lalu kembali lagi ke atmosfer. Tumbuhan sebagai penyimpan karbon menurunkan konsentrasi karbon di atmosfer (Arfina *et al.*, 2020). Jejak karbon adalah ukuran jumlah total emisi secara langsung (primer) dan secara tidak langsung (sekunder). Jejak karbon primer berasal dari kegiatan sehari-hari manusia seperti memasak dan alat transportasi. Sedangkan jejak karbon sekunder

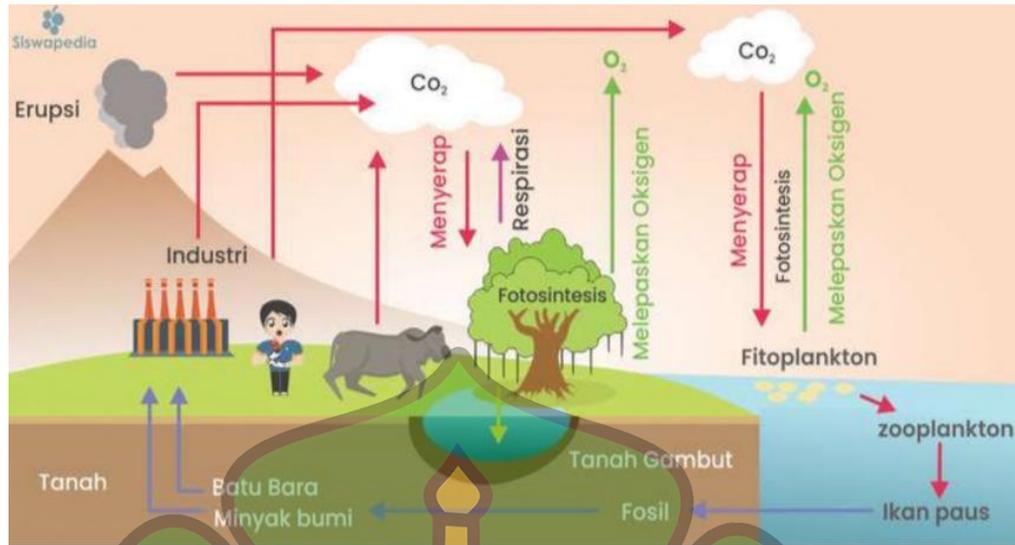
berasal dari peralatan-peralatan elektronik rumah tangga (Firdaus, 2019). Gas-gas rumah kaca secara alami menjaga suhu bumi hingga layak untuk dihuni. Tidak adanya gas rumah kaca di atmosfer menyebabkan suhu bumi menjadi 33°C lebih panas (Martono & Komala, 2018). Apabila daur biogeokimia berhenti maka proses kehidupan pasti akan berhenti. Jika siklus karbon dan oksigen tidak seimbang dimana jumlah karbon lebih banyak dibandingkan oksigen dapat berdampak pada pemanasan global dan manusia kekurangan oksigen (Putri & Mulyati, 2023).

Hutan merupakan penyerap karbon terbesar yang memiliki peranan penting dalam siklus karbon secara global dan dapat menyimpan karbon melalui pohon. Kerusakan hutan, perubahan iklim dan pemanasan global dapat membuat pemanfaatan hutan berkurang (Sultan, 2020). Meningkatnya gas karbondioksida, metana dan nitrogen menyebabkan terganggunya keseimbangan energi antara bumi dengan atmosfer. Perubahan karbon melalui atmosfer terjadi melalui dua cara, yaitu pengikatan karbondioksida melalui proses fotosintesis dan pelepasan karbondioksida ke atmosfer melalui dekomposisi dan pembakaran (Latae, 2019). Fotosintesis merupakan proses pembuatan makanan yang dilakukan oleh tumbuhan untuk menghasilkan energi serta pembuatan oksigen. Faktor utama fotosintesis agar dapat berlangsung yaitu cahaya, air dan karbondioksida (Maftukhah *et al.*, 2023).

Sinar matahari diperlukan untuk menggabungkan air dan karbondioksida dalam pembentukan karbohidrat sebagai sumber makanan bagi tumbuhan. Intensitas cahaya yang terlalu banyak maupun kurang dapat menghambat laju pertumbuhan tanaman (Zannah *et al.*, 2023). Proses fotosintesis dalam menghasilkan glukosa dapat dirumuskan dalam persamaan reaksi sebagai berikut:



Tanaman menangkap cahaya menggunakan klorofil yang kemudian digunakan dalam proses fotosintesis sebagai sumber energi. Energi tersebut digunakan untuk mengubah CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O menjadi glukosa dan senyawa kompleks yang akan tersimpan dalam bentuk senyawa karbohidrat (Suyatman, 2020).



Gambar II.1 Siklus Karbon (Putri & Mulyati, 2023).

Karbon dapat kembali ke atmosfer melalui beberapa cara diantaranya melalui respirasi oleh tumbuhan dan hewan, pembusukan binatang dan tumbuhan, pembakaran material organik yang mengoksidasi karbon yang terkandung menghasilkan  $\text{CO}_2$ , erupsi vulkanik atau ledakan gunung berapi dan suhu air laut yang menjadi hangat karena senyawa  $\text{CO}_2$  terlarut dilepaskan kembali (Tolangara *et al.*, 2022). Karbon terikat dan membentuk senyawa karbondioksida di atmosfer. Karbon merupakan salah satu unsur yang mengalami daur biogeokimia dalam ekosistem hutan. Tumbuhan akan menyerap karbondioksida dari atmosfer kemudian menyimpannya dalam bentuk cadangan makanan dan melepaskan gas karbondioksida ke atmosfer melalui proses fotosintesis (Irfan *et al.*, 2020).

## II.2 Biomassa

Biomassa istilah yang digunakan untuk menjabarkan bobot hidup yang biasanya dinyatakan sebagai bobot kering untuk seluruh tubuh organisme, populasi atau komunitas. Biomassa tumbuhan dapat bertambah karena tumbuhan menyerap karbondioksida dan mengubahnya menjadi zat organik (Samudra *et al.*, 2018). Biomassa berasal dari proses hasil fotosintesis yang kemudian disimpan dalam jaringan tumbuhan. Biomassa dapat dijadikan sebagai perhitungan terhadap jumlah karbondioksida yang diserap dan disimpan oleh pohon atau cadangan karbon (Drupadi *et al.*, 2021). Hutan menyerap karbondioksida yang akan

digunakan tumbuhan dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan biomassa. Kurang lebih dari 90% biomassa hutan terdapat dalam pokok kayu, dahan, daun, akar dan sampah hutan (serasah), hewan dan jasad renik (Riry & Lasaiba, 2022).

Biomassa tumbuhan sangat berpengaruh terhadap simpanan karbon. Bertambah atau berkurangnya biomassa akan berpengaruh pada serapan karbon. Daya serap karbon pada tumbuhan dipengaruhi oleh diameter dan berat jenis pohon (Sari *et al.*, 2022). Pada ekosistem daratan cadangan karbon disimpan dalam tiga kategori yaitu yaitu bagian hidup (biomassa), mati (nekromassa) dan tanah (bahan organik tanah). Pengukuran cadangan karbon dilakukan untuk mengetahui akumulasi karbon yang tersimpan (Fadillah *et al.*, 2018). Biomassa ialah sumber daya hayati yang bisa menjadi sumber energi terbaru. Biomassa yang terbentuk karena sinar matahari diubah melalui reaksi kimia oleh tumbuhan pada proses fotosintesis (Syafir *et al.*, 2020).

Mengurangi kandungan gas karbondioksida dapat dilakukan dengan metode SOC (*carbon sequestration*) yaitu dengan menangkap karbon dari atmosfer dan menyimpannya dalam biomassa. Perhitungan biomassa karbondioksida yang diserap oleh tanaman disebut dengan stok karbon (Husna, 2019). Biomassa di atas permukaan tanah lebih banyak dibandingkan dengan biomassa di bawah permukaan tanah. Dimana biomassa atas permukaan tanah diantaranya ada pepohonan dan tumbuhan yang tumbuh di atas tanah (batang, cabang, kulit kayu dan daun) (Pratiwi *et al.*, 2021). Potensi simpanan biomassa pada akhirnya akan mempengaruhi simpanan karbon pada masing-masing tegakan. Perbedaan nilai simpanan karbon pada setiap jenis pohon juga dipengaruhi oleh berat jenis. Berat jenis akan menunjukkan nilai kerapatan pohon yang nilainya akan berbeda untuk setiap jenis tumbuhan (Azurianti *et al.*, 2023).

### II.3 Karbon Tersimpan

Ekosistem hutan berhubungan dengan siklus karbon karena hutan dapat mengurangi emisi karbon dan menyimpan karbon dalam tumbuhan, serasah dan bahan organik tanah. Tumbuhan akan menyerap karbon untuk mengurangi konsentrasi karbondioksida di atmosfer (Hutasuhut & Amrul, 2022). Keseimbangan karbon yang tersimpan dalam atmosfer maupun lautan harus

terjaga karena kelebihan karbon bisa mengakibatkan gangguan. Karbon dalam bentuk  $\text{CO}_2$  sangat dibutuhkan oleh tumbuhan maupun organisme fotosintetik lainnya. Fotosintesis menghasilkan senyawa karbon organik membuat karbon tersimpan dalam biomassa tumbuhan dan dapat berpindah ke makhluk lain jika tumbuhan dikonsumsi (Akmalia & Pranatami, 2021). Tumbuhan memiliki peran paling penting dalam menyimpan karbon karena pohon menyimpannya dalam bentuk karbon kayu. Stok karbon yang disimpan dalam pohon terdiri dari batang, cabang batang, tunas, daun, buah serta akar (Santhyami *et al.*, 2022).

Pohon memegang peran penting sebagai penyusun komunitas hutan dan berfungsi dalam menyangga kehidupan, baik dalam mencegah terjadinya erosi, siklus hidrologi, menjaga stabilitas iklim global dan sebagai tempat penyimpanan karbon (Saputra *et al.*, 2022). Penyebab pemanasan global yang paling parah berasal dari karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan metana ( $\text{CH}_4$ ) dari pertanian dan peternakan, nitrogen oksida (NO) dari pupuk dan gas-gas yang digunakan dan pendingin ruangan. Hutan alam berfungsi sebagai ekosistem penyimpanan karbon tertinggi (Lestari *et al.*, 2020). Hutan mengandung karbon yang cadangan karbonnya tersimpan pada vegetasi yaitu batang, tajuk dan akar, biomassa lain dan di dalam tanah. Jumlah karbondioksida di udara harus dikendalikan dengan meningkatkan jumlah serapan karbondioksida oleh tanaman sebanyak mungkin dan menekan pelepasan gas rumah kaca serendah mungkin (Mustikaningrum, 2022).

Banyaknya kandungan karbondioksida di atmosfer menyebabkan sinar matahari tidak dapat melewati atmosfer untuk diteruskan ke luar angkasa sehingga sinar matahari akan memantul kembali ke bumi dan terperangkap. Hal ini menyebabkan suhu bumi menjadi semakin panas setiap tahunnya (Latifah *et al.*, 2019). Salah satu cara untuk mengurangi dampak pemanasan di bumi adalah dengan mengendalikan konsentrasi karbon. Hutan berfungsi dalam penyerapan karbondioksida, dimana melalui fotosintesis pohon mengubah karbondioksida menjadi biomassa melalui proses fotosintesis (Jauhari *et al.*, 2021).

## II.4 Karbon Pohon

Atmosfer lebih banyak menerima dibandingkan dengan melepaskan karbon. Pengaruh gas karbondioksida di atmosfer bumi adalah yang paling dominan sebagai akibat peningkatan aktivitas manusia terhadap hutan. Bumi dapat mengalami efek rumah kaca yang bisa mempengaruhi bahkan mengubah pola dan jumlah curah hujan, naiknya air laut dan timbulnya berbagai pengaruh ekologi lainnya (Amanda *et al.*, 2021). Karbon (C) merupakan unsur yang berasal dari pengikatan karbondioksida oleh tumbuhan dan biomassa tanaman melalui proses fotosintesis. Peningkatan emisi gas karbondioksida harus seimbang dengan peningkatan penyerapan oleh tanaman saat fotosintesis (Ningrum *et al.*, 2020).

Hutan melepaskan karbondioksida melalui respirasi dan dekomposisi ke udara, pelepasan yang terjadi akan secara bertahap dan sedikit demi sedikit. Jika terjadinya pembakaran pelepasan karbondioksida akan terlepas secara sekaligus dalam jumlah yang besar (Maryadi *et al.*, 2019). Pohon memproses karbon dari atmosfer melalui fotosintesis, memisahkan atom karbon dari oksigen dan melepaskan kembali oksigen ke atmosfer. Pohon dapat menyimpan karbon dalam jumlah yang besar pada setiap bagian tubuhnya seperti batang, akar, cabang serta daun dan akan meningkat pada setiap pertambahan umur dari pohon tersebut (Yuningsih *et al.*, 2018).

Cahaya matahari, suhu serta nutrisi sangat mempengaruhi proses fotosintesis. Sinar matahari yang kurang akan memperlambat fotosintesis. Tumbuhan bawah yang tidak terkena sinar matahari akan mengalami penghambatan fotosintesis yang menyebabkan jumlah cadangan biomassa yang dihasilkan lebih kecil daripada pohon. Pohon tinggi dengan kanopi yang lebar dan rimbun akan mudah mendapatkan sinar matahari sehingga proses fotosintesis akan berjalan lancar (Darliana *et al.*, 2023). Bertambahnya diameter dan tinggi batang pohon juga dapat meningkatkan kandungan biomassa dan karbon yang tersimpan dalam pohon. Tingginya kadar karbon yang tersimpan pada pohon dipengaruhi oleh besarnya nilai biomassa (Irundu *et al.*, 2020). Jumlah karbon antar lahan ditentukan oleh kesuburan tanah, keragaman dan kerapatan tumbuhan. Produktivitas tumbuhan dapat diperkirakan dengan mengukur oksigen dan

karbondioksida yang digunakan dalam proses fotosintesis, karena jumlah atom C dalam CO<sub>2</sub> berbanding lurus dengan jumlah atom C yang terikat dalam gula selama fotosintesis. Karbondioksida merupakan produk awal dari fotosintesis (Nuranisa *et al.*, 2020).

## II.5 Pengukuran Karbon Pohon

Pengukuran biomassa mencakup seluruh biomassa hidup atau mati di atas dan di bawah permukaan tanah, bisa berupa pohon, semak, palem, anakan, herba, tumbuhan mati seperti kayu dan serasah (Muhsoni, 2021). Mengetahui besarnya cadangan karbon tersimpan pada hutan dapat mengetahui besarnya fungsi kawasan hutan tersebut dalam mitigasi perubahan iklim. Ekosistem hutan sebagai pengikat karbon dan peranannya dalam mitigasi perubahan iklim dapat diketahui melalui perhitungan estimasi serapan karbon (Yaqin *et al.*, 2022). Berhubungan dengan permasalahan perubahan iklim dan pemanasan global, maka salah satu cara untuk menjaga hutan ialah dengan merawat dan mempertahankan vegetasi hutan dari kemungkinan terjadinya kerusakan (Pebriandi *et al.*, 2023).

Stok karbon merupakan jumlah karbon yang tersimpan dalam tumbuhan. Tumbuhan menyerap dan mengubah karbon menjadi dalam bentuk karbohidrat melalui proses fotosintesis. Hasil fotosintesis kemudian diedarkan ke seluruh bagian tumbuhan dan disimpan dalam bentuk biomassa. Biomassa dapat menggambarkan jumlah karbon yang diserap tumbuhan dari atmosfer, sehingga melalui estimasi stok karbon dapat diketahui seberapa besar peran pohon dalam mengurangi karbon di atmosfer (Yusra & Sulistiyowati, 2020). Perubahan dalam penggunaan lahan tanpa memperhatikan AMDAL dan penebangan hutan dalam skala besar dapat menyebabkan berkurangnya proses pengikatan dan penyimpanan stok karbon oleh tanaman (Fadillah *et al.*, 2023). Hutan dengan biomassa dan jumlah karbon yang tinggi akan lebih baik kondisinya dibandingkan dengan hutan dengan biomassa dan jumlah karbon rendah. Jumlah karbon pada pohon menunjukkan kandungan pohon dalam menyerap karbondioksida dari udara (Selfiany *et al.*, 2023).

Massa karbon pada setiap pohon dipengaruhi oleh massa biomassa vegetasi. Potensi biomassa cadangan karbon pada pohon lebih besar daripada tumbuhan

tingkat bawah dan serasah. Beberapa faktor yang mempengaruhi hal ini yaitu diameter dan kerapatan pohon. Perbedaan jumlah simpanan karbon pada sebuah hutan dikarenakan kerapatan hutan dijadikan penggunaan lahan lain (Insusanty *et al.*, 2018). Pengukuran biomassa pohon dilakukan dengan persamaan allometrik dengan mengukur diameter batang. Semakin besar diameter batang maka semakin besar jumlah biomassa dan karbon yang tersimpan (Isnaeni *et al.*, 2019). Pengukuran tinggi dan diameter pohon diperlukan untuk menentukan volume dan tegakan pohon yang juga dapat digunakan untuk melihat struktur suatu tegakan hutan. Alat untuk mengukur sangat berpengaruh dalam memperoleh data pengukuran dan jenis (Aldafiana *et al.*, 2021).

Mengukur luas lingkaran sebuah pohon dapat menggunakan persamaan

$$K = 2 \cdot \pi \cdot r$$

Keterangan:

K = Keliling  
 $\pi$  = 3,14  
 r = Jari-jari (Umar, 2020).

Pengukuran yang digunakan untuk mengukur data keliling pohon dikonversi dalam diameter batang dengan menggunakan persamaan :

$$D = 2 \cdot r$$

Keterangan:

D = Diameter  
 r = Jari-jari (Hairiah *et al.*, 2011).

Menentukan volume dari tegakan/pohon dapat menggunakan persamaan sebagai berikut

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot T$$

Keterangan:

V = Volume Pohon (cm)  
 $\pi$  = 3,14  
 r = Diameter  
 T = Tinggi pohon (cm) (Sutaryo, 2009).

Pengukuran berat jenis pohon dapat mengikuti metode yang sudah ada. Berat jenis diperoleh dari nilai berat kering dibagi volume sampel yang terlebih dahulu diduga/didapatkan.

$$BJ = \frac{BK}{V}$$

Keterangan:

- BJ = Berat jenis  
 BK = Berat kering daun  
 V = Volume (Manuri *et al.*, 2011)

Untuk menduga biomassa pohon digunakan model allometrik biomassa jenis-jenis tropika Indonesia dengan persamaan:

Biomassa Pohon (g/ha)

$$W = 0,11.BJ.D^{2,62}$$

Keterangan:

- W = Biomassa Pohon  
 BJ = Berat Jenis  
 D<sup>2,62</sup> = Diameter pohon setinggi dada (Paembonan, 2020).

Metode estimasi potensi karbon dalam pohon yang digunakan di Indonesia ialah persamaan yang dikembangkan oleh Brown. Dimana potensi karbon C dalam kg diduga dengan mengalikan biomassa dengan faktor konversi 0,5. Perhitungan potensi karbon dalam biomassa vegetasi model tersebut digunakan sebagai pendugaan bahwa kadar karbon rata-rata dalam biomassa semua jenis pohon adalah 50%.

$$C = 0.5 \times W$$

Keterangan:

- C = Stok karbon  
 W = Biomassa pohon (Alpian & Supriyati, 2022).

Perhitungan karbon per hektar untuk biomassa dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10000}{l_{plot}}$$

Keterangan:

- C<sub>n</sub> = Cadangan Karbon Perhektar (ton/ha)  
 C<sub>x</sub> = Kandungan Karbon pada masing-masing Carbon pool (kg)  
 L plot = Luas plot masing-masing carbon pool (m<sup>2</sup>). (Standar Nasional Indonesia (SNI) , 2011)

## II.6 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyimpanan Karbon

Hutan berperan penting dalam siklus karbon dan menyerap karbondioksida untuk mengatasi terjadinya perubahan iklim. Hutan merupakan penyerap utama karbon di atmosfer dan menyumbang 50% karbon di atas permukaan tanah pada vegetasi (Gebeyehu, 2019). Salah satu penyebab perubahan iklim dan penurunan kualitas lingkungan adalah kebakaran hutan. Penyimpan karbon dunia kini semakin melonjak turun seiring dengan kerusakan dan pengubahan area hutan menjadi lahan perkebunan (Saptiwi, 2019). Banyaknya penyerapan karbon dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

### 1. Iklim

Perubahan iklim dapat mempengaruhi simpanan karbon melalui penyerapan karbon tumbuhan, akumulasi biomassa dan dekomposisi. Hutan tropis di iklim yang lembab dan hangat memiliki biomassa yang lebih tinggi yang disebabkan oleh tingkat fiksasi karbon yang lebih tinggi dan dekomposisi yang cepat sehingga meningkatkan ketersediaan unsur hara (Mekonnen & Rilley, 2023).

### 2. Topografi

Hutan yang rusak akibat ulah manusia seperti penggundulan dan kebakaran hutan berpengaruh pada peningkatan jumlah karbondioksida di atmosfer dan menurunnya jumlah karbondioksida tersimpan di ekosistem hutan (Mardiana *et al.*, 2018).

### 3. Karakteristik Lahan

Keanekaragaman jenis tumbuhan pada berbagai karakteristik lahan mempunyai kemampuan menyerap dan menyimpan karbon yang bervariasi, karena jenis tumbuhan penyusunnya berbeda. Besarnya cadangan pada setiap lahan berbeda tergantung pada keanekaragaman dan kerapatan tumbuhan, jenis tanah serta pengelolaannya (Ariyanti *et al.*, 2018).

### 4. Umur

Umur tegakan merupakan salah satu ciri yang menggambarkan kondisi hutan dan memprediksi pertumbuhan dan hasil (*growth and yield*). Umur pohon dapat diketahui dengan melihat lingkaran tahun pada penampang lintang batang. Pohon akan merekam jejak pertumbuhan dengan membentuk lingkaran setiap tahun (Umar, 2020).

### 5. Kerapatan Vegetasi

Jenis vegetasi sangat mempengaruhi jumlah simpanan karbon. Sistem lahan yang mempunyai nilai kerapatan kayu tinggi biomasanya akan lebih tinggi dibandingkan dengan pohon dengan nilai kerapatan kayu yang rendah (Zakiah *et al.*, 2018).

Simpanan pohon dapat berubah jika ada aktivitas konversi hutan menjadi penggunaan lahan lain. Dampak yang ditimbulkan akibat perubahan lahan diantaranya adalah perubahan pola hidrologi, penurunan keanekaragaman hayati, berkurangnya kemampuan pohon dalam menyerap dan menyimpan karbon dan emisi gas rumah kaca yang terus meningkat. Besar kecilnya perubahan yang terjadi tergantung dari sifat hutan dan sifat perubahan penggunaan lahan (Zakiah *et al.*, 2018). Perubahan potensi simpanan karbon dan biomassa dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

#### 1. Komposisi Jenis Tumbuhan

Kemampuan menyerap dan menyimpan karbon bervariasi karena jenis tumbuhan penyusunnya yang berbeda. Besarnya cadangan karbon antar lahan berbeda-beda tergantung pada keanekaragaman dan kerapatan tumbuhan yang ada (Ariyanti *et al.*, 2018).

## 2. Sejarah Kerusakan

Perubahan tutupan lahan hutan menjadi lahan pertambangan, perkebunan, pertanian, pemukiman, maupun industri mengakibatkan penurunan biomassa dan simpanan karbon pada vegetasi. Perubahan lahan berdampak pada perubahan suhu di permukaan bumi menjadi lebih panas sehingga konsentrasi gas karbondioksida di atmosfer meningkat (Drupadi *et al.*, 2021).

## 3. Tingkat Suksesi

Proses suksesi merupakan perubahan secara bertahap melalui beberapa tahap invasi oleh tumbuhan, adaptasi, agregasi, persaingan dan penguasaan, reaksi tempat tumbuh dan stabilisasi (Yuningsih *et al.*, 2018).

## 4. Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah menunjukkan kemampuan tanah dalam menopang pertumbuhan tanaman dan mengoptimalkan hasil panennya. Pengelolaan tanah merupakan perlakuan yang bertujuan untuk melindungi tanah dan meningkatkan kinerjanya (misalnya kesuburan tanah dan mekanika tanah). Pengelolaan tanah sangat penting, baik secara langsung maupun secara tidak langsung, untuk produktivitas tumbuhan, kelestarian lingkungan dan kesehatan manusia (Soermano *et al.*, 2021).

## 5. Pemeliharaan Setelah Penebangan:

Hutan yang lebat harus direncanakan melalui manajemen reboisasi. Tanam kembali hutan akan menghasilkan tegakan yang berisi pohon-pohon besar dan rimbun. Kegiatan tanam kembali dimulai dengan pembibitan sebagai bahan untuk mengisi area hutan secara terencana dan tertanam dengan baik. Penanaman hutan kembali setelah penebangan harus dilakukan dengan monitoring yang baik sehingga menghasilkan tegakan yang tumbuh besar (Sasano & Gamal, 2022).

## II.7 Kawasan Wisata Alam Air Terjun Pria Laot

Kota Sabang terletak di ujung paling barat Nanggroe Aceh Darussalam yang memiliki wilayah lebih kurang 153 Km<sup>2</sup>, yang berarti 4,17% dari luas wilayah memiliki potensi besar untuk pariwisata. Potensi tersebut dimanfaatkan oleh pemerintah Kota Sabang menjadikannya sebagai sektor wisata, baik objek dan daya tarik wisata, sarana pariwisata dan jasa kepariwisataan. Undang-undang Nomor Tahun 1990 tentang Kepariwisata telah membagi objek dan daya tarik wisata ke tiga kelompok yaitu objek dan daya tarik wisata alam, budaya dan minat khusus (Suriansyah *et al.*, 2007). Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup telah diatur dalam undang-undang No. 32 Tahun 2009, dimana masyarakat mempunyai kewajiban menjaga dan mengelola serta melestarikan sumber daya alam untuk keberlanjutan kehidupan masyarakat (Yusra *et al.*, 2021).

Sabang bagian dari Provinsi Aceh yang terletak pada posisi 5°46'28"-5°54'28" Lintang Utara dan 95°13'02"- 5°22'36" Bujur Timur. Data yang diperoleh dari RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) Kota Sabang tahun 2012-2023 terdapat zona dominan warna hijau muda yaitu kawasan hutan lindung seluas 3.400 Ha, hutan wisata 1.300 Ha dan hutan cadangan 1.700 Ha. Terdapat juga kawasan wisata alam laut seluas 2.600 Ha dan taman wisata alam darat seluas 1.300 Ha dan kawasan wisata lainnya seluas 812,34 Ha yang merupakan zona yang dominan hijau tua (Akbar *et al.*, 2017).

Berdasarkan wawancara dengan Geuchik dan warga Gampong Batee Shoek saat observasi pada tanggal 26 Februari 2023 diketahui bahwa kawasan tersebut merupakan kawasan wisata alam yang dijadikan sebagai sumber air bagi masyarakat. Selain itu Kawasan Air Terjun Pria Laot juga dijadikan sumber air PDAM di Tirta Aneuk Laot. Sungai air terjunnya langsung mengalir ke laut tanpa adanya lahan mangrove yang membatasi. Kawasan hutan Air Terjun Pria Laot mempunyai vegetasi yang cukup baik, salah satu pohon yang dominan yaitu *Ficus sp.* Air Terjun Pria Laot secara geografis terdapat 5°34'57"- 5°49'44" lintang Utara dan 95°21'64"- 95°18'09" Bujur Timur (Peniwidiyanti & Ashari, 2018).



Gambar II.7 Air Terjun Pria Laot dan Sumber Air (Suriansyah *et al.*, 2007).

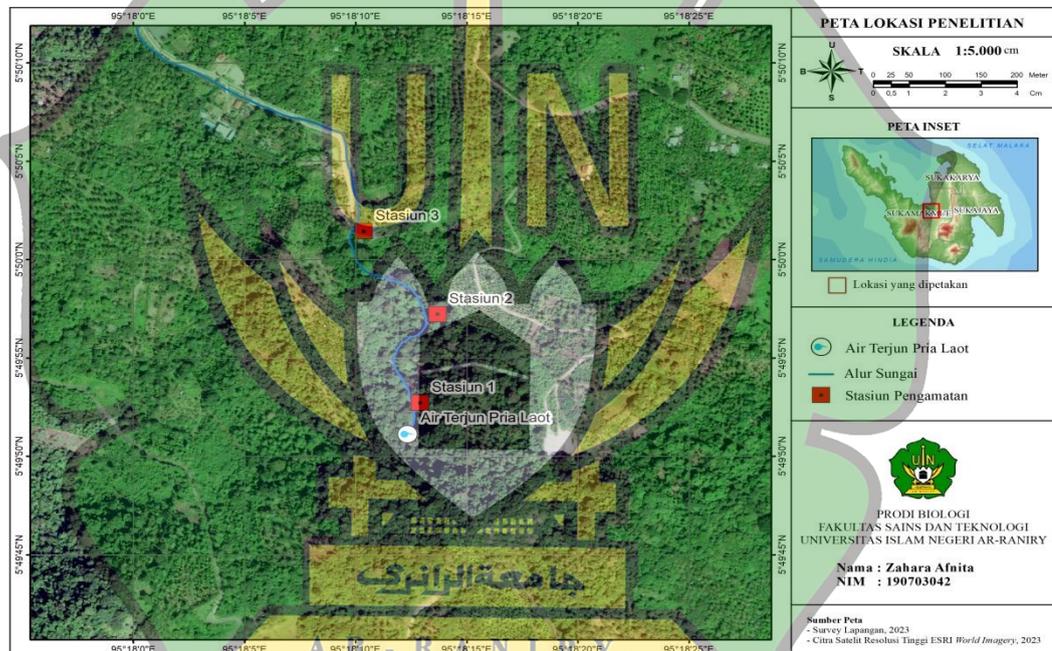


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### III.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot Kota Sabang yang secara geografis terdapat pada  $5^{\circ}34'57''$ -  $5^{\circ}49'44''$  lintang Utara dan  $95^{\circ}21'64''$ -  $95^{\circ}18'09''$  Bujur Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2023. Identifikasi dan analisis data dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Botani Gedung Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.



Gambar III.1 Peta Lokasi Penelitian

#### III.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini berupa pohon yang ada di Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot Kota Sabang. Pohon yang diukur dan diambil sampel daunnya adalah pohon yang terdapat di sepanjang kawasan aliran sungai tersebut menggunakan metode kuadrat dengan transek 100 m dan ukuran plot 20 x 20 m dengan jarak antar plotnya 10 m, dimana jumlah plot pada penelitian berjumlah 4 plot pada setiap 3 stasiun dengan jumlah total 12 plot.

### III.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah tali raffia, GPS, meteran kain, alat tulis, kamera, *thermohyrometer*, *lux meter*, *soil tester*, parang, kamera, kertas plastik, oven dan timbangan. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah kertas koran, lembaran pengamatan, kertas label dan daun dari pohon yang berbeda (Lampiran 4).

### III.4 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode transek garis dan kuadrat, dimana ditarik garis sepanjang 100 m tegak lurus dari arah kawasan air terjun mengikuti aliran sungai untuk membuat garis transek (Lumbu *et al.*, 2022). Dalam penelitian data dapat dikelompokkan dalam tipe data kuantitatif. Data kuantitatif merupakan data yang nilainya dinyatakan dalam bentuk angka (*numeric*). Penelitian ini untuk mengestimasi biomassa dan karbon dengan pengumpulan data kuantitatif secara langsung dan dilakukan perhitungan sesuai dengan rumus estimasi masing-masing variabel (Nedhisa & Tjahjaningrum, 2019).

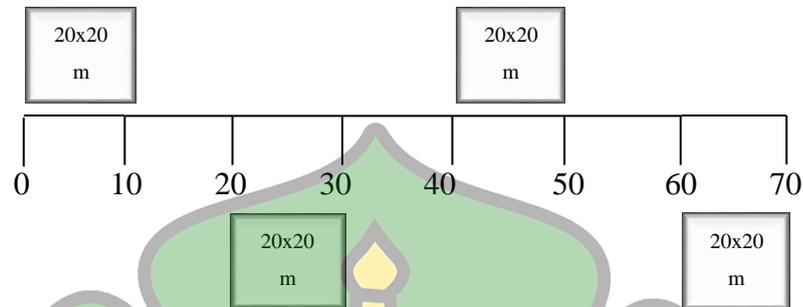
### III.5 Prosedur Kerja

Prosedur kerja dalam penelitian dilakukan pada dua lokasi yaitu penelitian langsung di lapangan dan di laboratorium. Penelitian langsung di lapangan dilakukan dengan menentukan lokasi terlebih dahulu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode transek garis dan metode kuadrat.

#### III.5.1 Pembuatan Transek

Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan membuat transek garis yang mengikuti aliran sungai air terjun. Pengamatan dilakukan pada III stasiun, dimana garis transek ditarik sepanjang 100 m. Setiap stasiun memiliki plot berukuran 20x20 m dengan jarak antar plot 10, masing-masing stasiun memiliki 4 plot (Noor *et al.*, 2020). Selain itu data yang diambil pada 3 stasiun penelitian menggunakan metode purposive sampling, dimana pengambilan sampel tidak didasarkan atas strata, random ataupun daerah, melainkan berdasarkan tujuan yang sudah ditetapkan (Apriliana *et al.*, 2021). Stasiun I berada di kawasan air terjun yang menanjak dengan kondisi vegetasi kurang lengkap karena banyaknya

bebatuan yang besar dan tinggi, stasiun II mulai agak menurun dengan banyaknya bebatuan yang besar dan vegetasi yang rapat, dan pada stasiun III lokasinya memasuki wilayah pemukiman dan perkebunan warga sehingga vegetasinya kurang rapat.



Gambar III.2 Garis Transek dan Plot

### III.5.2 Pengukuran Diameter Pohon

Setiap pohon diukur diameter setinggi dada (DBH) menggunakan meteran kain. Pohon yang diukur adalah pohon yang berada dalam plot yang telah dibuat sebelumnya. Pengukuran diameter batang pohon dapat dilakukan pada semua umur pohon yang berdiameter  $>20$  cm. Pengukuran diameter batang pohon dilakukan dengan mengukur batang pohon setinggi dada pengukur (DBH). Meteran kain dilingkarkan pada batang pohon dengan posisi yang sejajar dengan dada sang pengukur hingga didapatkan data lingkar atau lilit batang (Nis, 2020).



Gambar III.3 Pengukuran DBH Pohon (Sumber: Dokumentasi Pribadi,2023)

### III.5.3 Pengukuran Tinggi Pohon

Pohon yang diukur tingginya adalah pohon yang berada dalam plot. Sebelum mengukur tinggi pohon lebih dulu menentukan jarak antara pengamat dengan pohon yang akan diukur tingginya. Kemudian membuat sudutnya dengan jarak yang digunakan yaitu 15 meter (minimal setengah tinggi pohon) dari pangkal pohon dan puncak pohon terlihat oleh mata. Sebelum mengukur tinggi bebas cabang, tajuk pertamanya ditentukan terlebih dahulu kemudian diukur tinggi total pohon (Sasano & Gamal, 2022).



Gambar III.4 Pengukuran Tinggi Pohon (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

### III.5.4 Pengambilan dan Penimbangan Sampel

Sampel daun dan ranting diambil untuk mengetahui biomassa karbon dari setiap pohon yang ada dalam plot. Pengambilan sampel dilakukan dengan diambil daun atau bagian ranting yang kemudian dipotret dan ditimbang berat basahnya sebanyak 100 gram. Pengambilan daun jika pohonnya terlalu tinggi dapat diambil dengan galah atau di panjat, daun yang diambil ialah daun muda, daun dewasa dan daun tua dari setiap jenis pohon. Sampel yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam kertas plastik dan diberi nama menggunakan kertas nama (Anggraini & Afriyanti, 2019).

### III.5.5 Pengidentifikasian dan Pengeringan Sampel

Sampel daun dan ranting yang telah diambil saat di lapangan dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi dan dioven. Pengidentifikasian dilakukan dengan menggunakan kunci identifikasi yaitu *Dendrologi: Dasar-dasar Mengenal*

*Pohon* (Ngakan *et al.*, 2022), Panduan Lapangan Identifikasi Jenis Pohon Hutan (Thomas, 2015), aplikasi PlantNet Plant Identification, web plantamor.com dan beberapa jurnal lainnya untuk mengetahui spesies pohon. Pengovenan dilakukan dengan mengeluarkan sampel dari kertas plastik kemudian digulung dengan menggunakan kertas koran dan dimasukkan ke dalam oven selama 1 x 24 jam pada suhu 80°C. Setelah dioven sampel daun ditimbang kembali dan dicatat berat keringnya (Drupadi *et al.*, 2021).

### III.5.6 Pengukuran Parameter Fisika-Kimia

Parameter fisik dan kimia diukur pada setiap stasiun, dimana terdapat 3 stasiun penelitian. Pengukuran parameter dilakukan sebelum pengambilan data penelitian (data diameter dan tinggi pohon). Pengukuran suhu dan kelembapan udara menggunakan *thermohygrometer* dengan mengamati skala pada analog setelah dihidupkan dan dicatat angka yang muncul (Rohman *et al.*, 2021). *Soil tester* digunakan dengan menancapkan ujung alatnya sedalam 5 cm dalam tanah dengan menekan tombol untuk mengukur pH tanah dan lepas tombol untuk mengukur kelembapan tanah (Setiayu *et al.*, 2020). GPS (*Global Positioning System*) digunakan dengan cara menekan tombol POWER kemudian dipilih menu dan tentukan titik koordinat tunggu 100% lalu tekan Mark dan lokasi pada analog dicatat (Putri *et al.*, 2021). Penggunaan *Lux meter* dengan menekan tombol “on” kemudian dipilih kisaran *range* (2.000 lux atau 20.000 lux), sensor cahaya yang telah dibuka tutupnya diarahkan pada daerah yang tidak tertutupi oleh pohon lebih bagus dipegang diatas kepala dan dicatat hasil pengukuran yang ada pada panel (Nugroho & Riyanto, 2020).

### III.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara kuantitatif yaitu dengan menganalisis kajian biomassa dan stok karbon tumbuhan. Apabila persamaan *Allometrik* pohon tidak ada maka untuk menghitungnya dapat menggunakan persamaan berikut untuk biomassa pohonnya.

Mengukur luas lingkaran sebuah pohon dapat menggunakan persamaan:

$$K = 2 \cdot \pi \cdot r$$

Keterangan:

K = Keliling

$\pi$  = 3,14

r = Jari-jari (Umar, 2020).

Pengukuran yang digunakan untuk mengukur data keliling pohon dikonversi dalam diameter batang dengan menggunakan persamaan :

$$D = 2 \cdot r$$

Keterangan:

D = Diameter

r = Jari-jari (Hairiah *et al.*, 2011).

Menentukan volume dari tegakan/pohon dapat menggunakan persamaan sebagai berikut

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot T$$

Keterangan:

V = Volume Pohon (cm)

$\pi$  = 3,14

r = Diameter

T = Tinggi pohon (cm) (Sutaryo, 2009).

Pengukuran berat jenis pohon dapat mengikuti metode yang sudah ada. Berat jenis diperoleh dari nilai berat kering dibagi volume sampel yang terlebih dahulu diduga/didapatkan.

$$BJ = \frac{BK}{V}$$

Keterangan:

- BJ = Berat jenis  
 BK = Berat kering daun  
 V = Volume (Manuri *et al.*, 2011)

Untuk menduga biomassa pohon digunakan model allometrik biomassa jenis-jenis tropika Indonesia dengan persamaan:

Biomassa Pohon (g/ha)

$$W = 0,11 \cdot BJ \cdot D^{2,62}$$

Keterangan :

- W = Biomassa Pohon  
 BJ = Berat Jenis  
 D<sup>2,62</sup> = Diameter pohon setinggi dada (Paembonan, 2020).

Metode pengukuran potensi karbon dalam pohon yang digunakan di Indonesia adalah persamaan yang dikembangkan oleh Brown. Dimana potensi karbon C dalam kg diduga dengan mengalikan biomassa dengan faktor konversi 0,5. Perhitungan potensi karbon dalam biomassa vegetasi model tersebut digunakan sebagai pendugaan bahwa kadar karbon rata-rata dalam biomassa semua jenis pohon adalah 50%.

$$C = 0.5 \times W$$

Keterangan:

- C = Stok karbon  
 W = Biomassa pohon (Alpian & Supriyati, 2022).

Perhitungan karbon per hektar untuk biomassa dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10000}{l_{plot}}$$

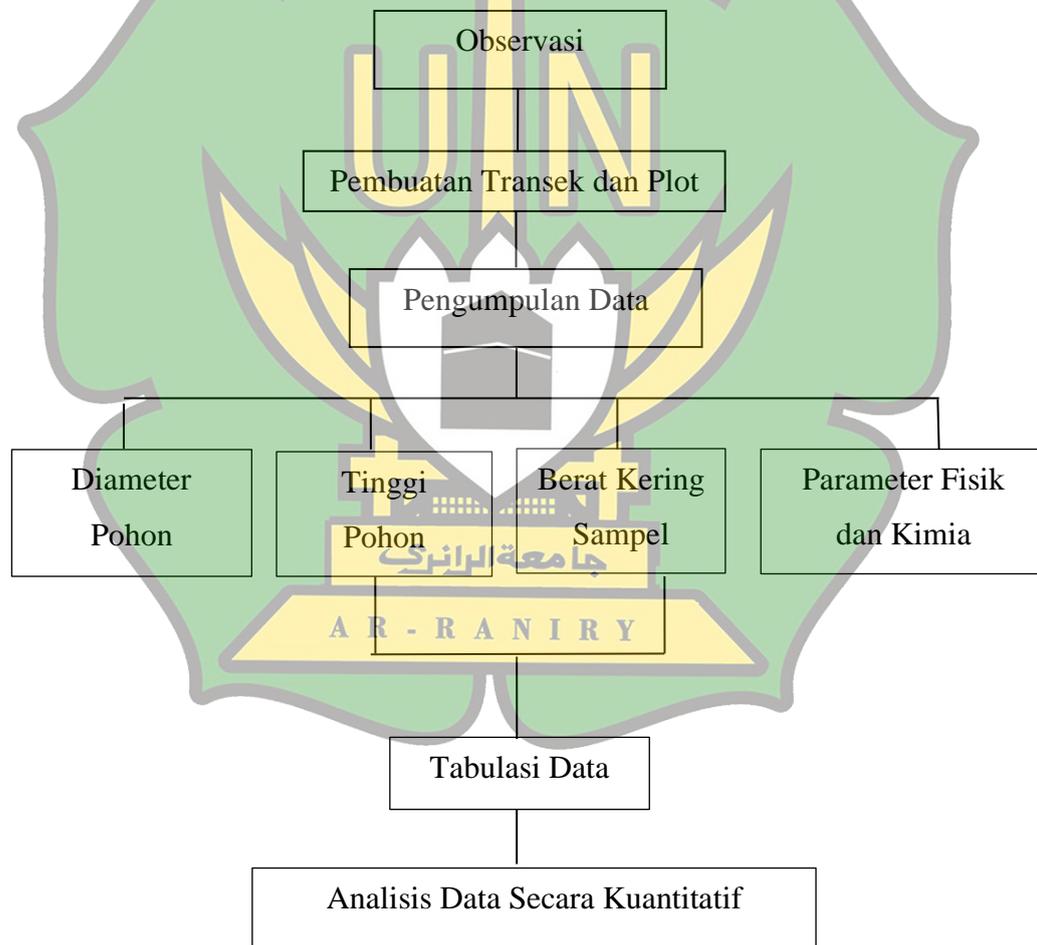
Keterangan:

$C_n$  = Cadangan Karbon Perhektar (ton/ha)

$C_x$  = Kandungan Karbon pada masing-masing Carbon pool (kg)

$L_{plot}$  = Luas plot masing-masing carbon pool (m<sup>2</sup>). (Standar Nasional Indonesia (SNI) , 2011).

### III.7 Diagram Alir



Gambar III.4 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 Hasil Penelitian

##### IV.1.1 Biomassa dan Karbon Pohon yang Tersimpan pada Setiap Pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang

Berdasarkan hasil penelitian karbon pohon yang dilakukan di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang diketahui ada dan 17 famili dan 39 jenis pohon dengan total 98 individu. Setelah dilakukan pengidentifikasian nama dan famili pada setiap pohon dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel IV.1 Jumlah Sebaran Pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang

No	Famili	Nama		Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Jumlah
		Indonesia	Ilmiah				
1	Anacardiaceae	Terentang	<i>Componosperma auricalatum</i>	1	-	-	1
2		Kedondong	<i>Spondias dulcis</i>	-	-	1	1
3	Apocynaceae	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	-	-	2	2
4	Arecaceae	Pinang	<i>Areca catechu</i>	-	4	5	9
5		Sarai	<i>Caryota mitis</i>	2	5	4	11
6	Calophyllaceae	Marila	<i>Marila laxiflora</i>	1	-	-	1
7	Euphorbiaceae	Sala	<i>Conceveiba guinensis</i>	4	-	-	4
8		Jeluntung pipit	<i>Pimelodendron griffthianum</i>	1	1	-	2
9		Kerinjing	<i>Bischofia javanica</i>	-	2	3	5
10	Fabaceae	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	-	-	1	1
11		Gatak	<i>Flemingia strobilifera</i>	2	-	-	2
12		Kaca piring	<i>Andira inermis</i>	-	1	1	2
13		Malapari	<i>Pongamia pinnata</i>	2	3	1	6
14	Gnetaceae	Panama	<i>Platymiscum pinnatum</i>	3	-	1	4
15		Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	1	6	2	9
16	Lauraceae	Madang babulu	<i>Beilschmedia wightii</i>	-	1	-	1
17		Medang	<i>Litsea monopetala</i>	-	1	-	1
18	Lecythidaceae	Butun	<i>Barringtona asiatica</i>	-	1	-	1
19		Putat sungai	<i>Barringtona racemosa</i>	-	-	1	1
20	Malvaceae	Bayur	<i>Pterospermum javanicum</i>	-	1	-	1
21		Kepayang	<i>Pterygota alata</i>	2	-	-	2
22		Paliasa	<i>Sterculia tragacantha</i>	1	-	-	1
23	Meliaceae	Gaita	<i>Trichilia pallida</i>	-	1	-	1
24	Moraceae	Ara	<i>Ficus maxima</i>	-	1	-	1
25		Ara tandan	<i>Ficus racemosa</i>	-	-	1	1

26		Ara telinga gajah	<i>Ficus auriculata</i>	1	1	-	2
27		Awar-awar	<i>Ficus septica</i>	-	-	1	1
28		Ilat-ilatan	<i>Ficus callosa</i>	-	3	-	3
29		Keluwih	<i>Artocarpus camansi</i>	-	-	1	1
30		Luwangan	<i>Ficus hispida</i>	2	1	2	5
31		Sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	-	3	-	3
32		Terap	<i>Artocarpus odoratissimus</i>	-	1	-	1
33		Dewandaru	<i>Eugenia anastomosans</i>	-	-	1	1
34	Myrtaceae	Jambu bol	<i>Syzygium malacanse</i>	1	-	-	1
35		Jambu mawar	<i>Syzygium jambosa</i>	2	-	-	2
36	Olacaceae	Petalang	<i>Strombosia ceylanica</i>	-	1	1	2
37	Oxalidaceae	Belimbing hutan	<i>Averrhoa bilimbi</i>	-	-	1	1
38	Piperaceae	Sirih hutan	<i>Piper aduncum</i>	-	1	2	3
39	Rhizophoraceae	Menzai	<i>Carilia brachiata</i>	-	1	-	1
Jumlah individu				98			

Tabel IV.1 di atas menunjukkan bahwa ada 39 jenis pohon yang terdapat di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang. Jumlah pohon total keseluruhan yang didapatkan di Kawasan Air Terjun Pria Laot sebanyak 17 famili dan 98 individu. Pohon sarai (*Caryota mitis*) adalah salah satu pohon yang mendominasi di lokasi penelitian dengan total 11 individu dan pohon yang hanya berjumlah 1 individu ada terentang (*Componosperma auricultum*), paliasa (*Sterculia tragacantha*), marila (*Marila laxiflora*), jambu bol (*Syzygium malacanse*), gaita (*Trichilia pallida*), madang babulu (*Beilschmedia wightii*), ara (*Ficus maxima*), bayur (*Pterospermum javanicum*), butun (*Beringtona asiatica*), menzai (*Carilia brachiata*), medang (*Litsea monopetala*), terap (*Artocarpus odoratissimus*), keluwih (*Artocarpus camansi*), putat sungai (*Baringtona racemosa*), dewandaru (*Eugenia anastomosans*), awar-awar (*Ficus septica*), belimbing hutan (*Averrhoa bilimbi*), angšana (*Pterocarpus indicus*), ara tandan (*Ficus racemosa*), dan kedondong (*Spondias dulcis*).

Tabel IV.2 Jumlah Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Setiap Pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang

No	Famili	Nama		Biomassa (ton)	Karbon (ton)
		Lokal	Ilmiah		
1	Anacardiaceae	Terentang	<i>Componosperma auricalatum</i>	2,658	1,329
2		Kedondong	<i>Spondias dulcis</i>	5,349	2,647
3	Apocynaceae	Pulai	<i>Alstonoa scholaris</i>	4,945	2,472
4	Arecaceae	Pinang	<i>Areca catechu</i>	2,159	1,079
5		Sarai	<i>Caryota mitis</i>	4,843	2,425
6	Calophyllaceae	Marila	<i>Marila laxiflora</i>	3,190	1,593
7	Euphorbiaceae	Sala	<i>Conceveiba guinensis</i>	2,783	1,391
8		Jeluntung pipit	<i>Pimelodendron griffthianum</i>	3,264	1,632
9		Kerinjing	<i>Bischofia javanica</i>	1,761	0,88
10	Fabaceae	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	6,869	3,434
11		Gatak	<i>Flemingia strobilifera</i>	2,938	1,469
12		Kaca piring	<i>Andira inermis</i>	3,395	1,679
13		Malapari	<i>Pongamia pinnata</i>	3,525	1,782
14		Panama	<i>Platymiscum pinnatum</i>	4,396	2,198
15	Gnetaceae	Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	3,219	1,920
16	Lauraceae	Madang babulu	<i>Beilschmia wightii</i>	1,345	0,672
17		Medang	<i>Litsea monopetala</i>	2,079	1,030
18	Lecythidaceae	Butun	<i>Barringtona asiatica</i>	2,544	1,272
19		Putat Sungai	<i>Barringtona racemosa</i>	3,108	1,556
20	Malvaceae	Bayur	<i>Pterospermum javanicum</i>	2,390	1,195
21		Kepayang	<i>Pterygota alata</i>	2,389	1,194
22		Paliasa	<i>Sterculia tragacantha</i>	1,703	0,851
23	Meliaceae	Gaita	<i>Trichilia pallida</i>	4,816	2,408
24	Moraceae	Ara	<i>Ficus maxima</i>	1,384	0,692
25		Ara tandan	<i>Ficus racemosa</i>	2,530	1,256
26		Ara telinga gajah	<i>Ficus auriculata</i>	1,933	0,965
27		Awar-awar	<i>Ficus septica</i>	2,081	1,140
28		Ilat-ilatan	<i>Ficus callosa</i>	2,301	1,150

29		Kluwih	<i>Artocarpus camansi</i>	1,085	0,540
30		Luwingan	<i>Ficus hispida</i>	3,174	1,586
31		Sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	1,695	0,847
32		Terap	<i>Artocarpus odoratissimus</i>	3,618	1,800
33		Dewandaru	<i>Eugenia anastomosans</i>	4,718	2,350
34	Myrtaceae	Jambu bol	<i>Syzygium malacanse</i>	6,541	3,270
35		Jambu mawar	<i>Syzygium jambosa</i>	6,547	3,273
36	Olacaceae	Petaling	<i>Strombosia ceylanica</i>	3,399	1,699
37	Oxalidaceae	Belimbing hutan	<i>Averhoa blimbi</i>	3,456	1,728
38	Piperaceae	Sirih hutan	<i>Piper aduncum</i>	3,491	1,545
39	Rhizophoraceae	Menzai	<i>Carilia brachiata</i>	1,136	0,682
			Jumlah	120,130	60,404

Tabel IV.2 di atas menunjukkan bahwa ada 17 famili dan 39 jenis pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang. Pohon yang memiliki kandungan biomassa dan karbon tertinggi terdapat pada pohon angsana (*Pterocarpus indicus*) dengan kandungan biomassa sebanyak 6,869 to/ha dan karbon sebesar 3,434 ton/ha. Pohon yang memiliki kandungan biomassa dan karbon terendah terdapat pada pohon kluwih (*Artocarpus camansi*) dengan kandungan biomassa sebesar 1,085 ton/ha dan karbon sebesar 0,540 ton/ha. Jumlah biomassa seluruhnya didapatkan sebesar 120,130 ton/ha dan karbon sebesar 60,404 ton/ha. Berdasarkan hasil perhitungan didapat bahwa nilai karbon dipengaruhi oleh nilai biomassa pohon, semakin besar biomassa maka akan semakin besar simpanan karbon pohonnya.

#### IV.1.2 Jumlah Karbon Total yang Tersimpan di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang

Berdasarkan perhitungan jumlah karbon pada setiap pohon didapatkan karbon total dari hasil penjumlahan seluruh jenis pohon. Berikut hasil perhitungan karbon total yang tersimpan pada Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang dapat dilihat pada Tabel IV.3:

Tabel IV.3 Jumlah Total Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang

No	Famili	Nama		Biomassa (ton)	Karbon (ton)
		Lokal	Ilmiah		
1	Anacardiaceae	Terentang	<i>Componosperma auricalatum</i>	2,658	1,329
2		Kedondong	<i>Spondias dulcis</i>	5,349	2,674
3	Apocynaceae	Pulai	<i>Alstonoa scholaris</i>	9,89	4,945
4	Arecaceae	Pinang	<i>Areca catechu</i>	19,437	3,359
5		Sarai	<i>Caryota mitis</i>	53,275	26,685
6	Calophyllaceae	Marila	<i>Marila laxiflora</i>	3,190	3,273
7	Euphorbiaceae	Sala	<i>Conceveiba guinensis</i>	11,138	5,556
8		Jeluntung pipit	<i>Pimelodendron griffthianum</i>	6,529	3,264
9		Kerinjing	<i>Bischofia javanica</i>	8,807	4,636
10	Fabaceae	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	6,869	3,342
11		Gatak	<i>Flemingia strobilifera</i>	5,877	2,938
12		Kaca piring	<i>Andira inermis</i>	6,719	4,400
13		Malapari	<i>Pongamia pinnata</i>	17,629	8,913
14		Panama	<i>Platymiscum pinnatum</i>	17,586	8,792
15	Gnetaceae	Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	28,977	17,286
16	Lauraceae	Madang babulu	<i>Beilschmia wightii</i>	1,345	3,452
17		Medang	<i>Litsea monopetala</i>	2,079	2,542
18	Lecythidaceae	Butun	<i>Barringtona asiatica</i>	2,544	1,195
19		Putat Sungai	<i>Barringtona racemosa</i>	3,108	1,550
20	Malvaceae	Bayur	<i>Pterospermum javanicum</i>	2,390	0,692
21		Kepayang	<i>Pterygota alata</i>	4,779	2,389
22		Paliasa	<i>Sterculia</i>	1,703	0,851

			<i>tragacantha</i>		
23	Meliaceae	Gaita	<i>Trichilia pallida</i>	4,816	3,27
24		Ara	<i>Ficus maxima</i>	1,384	0,672
25		Ara tandan	<i>Ficus racemosa</i>	2,53	1,265
26		Ara telinga gajah	<i>Ficus auriculata</i>	3,866	1,931
27		Awar-awar	<i>Ficus septica</i>	2,081	1,550
28	Moraceae	Ilat-ilatan	<i>Ficus callosa</i>	6,904	2,408
29		Kluwih	<i>Artocarpus camansi</i>	1,085	1,800
30		Luwingan	<i>Ficus hispida</i>	15,87	7,933
31		Sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	5,086	9,717
32		Terap	<i>Artocarpus odoratissimus</i>	3,618	1,030
33		Dewandaru	<i>Eugenia anastomosans</i>	4,718	0,540
34	Myrtaceae	Jambu bol	<i>Syzygium malacanse</i>	6,541	1,593
35		Jambu mawar	<i>Syzygium jambosa</i>	13,094	6,547
36	Olacaceae	Petaling	<i>Strombosia ceylanica</i>	6,798	0,682
37	Oxalidaceae	Belimbing hutan	<i>Averhoa blimbi</i>	3,456	1,728
38	Piperaceae	Sirih hutan	<i>Piper aduncum</i>	0,474	3,398
39	Rhizophoraceae	Menzai	<i>Carilia brachiata</i>	1,364	1,272
Jumlah				303,725	156,729

Tabel IV.3 menunjukkan bahwa jumlah total biomassa pohon di kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang sebesar 303,725 ton/ha dan jumlah total karbon sebesar 156,729 ton/ha. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa nilai karbon dapat dipengaruhi oleh nilai biomassa pohon, dimana semakin besar biomassa maka semakin besar simpanan karbon.

#### IV.1.3 Jumlah Kandungan Karbon per Hektar pada Setiap Plot di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah kandungan karbon pohon pada setiap stasiun didapatkan data karbon pohon perhektar. Berikut tabel data karbon pohon perhektar pada setiap plot di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang:

Tabel IV.4 Jumlah Karbon Per Hektar pada Setiap Plot di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang

Stasiun	Plot	Karbon (ton)
I	1	0,966551312
	2	0,72426794
	3	1,240898131
	4	1,768961311
II	1	1,018151238
	2	1,365198167
	3	1,240673476
	4	2,146083787
III	1	1,235652289
	2	0,986879854
	3	1,527163741
	4	1,720349429
Jumlah Rata-rata		15,94083068
		1,328402556

Tabel IV.4 di atas menunjukkan bahwa jumlah kandungan karbon per hektar pada setiap plot di kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang dengan jumlah 15,94083068 ton/ha dengan rata-rata 1,328402556 ton/ha. Besarnya nilai variasi karbon pada masing-masing plot yang berbeda dipengaruhi oleh DBH (*Diameter at Breast Height*), serta kerapatan pohon tersebut.

Tabel IV.5 Parameter Fisik dan kimia di Seluruh Lokasi Penelitian Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang

Lokasi	Parameter Fisik dan kimia Kawasan Air Terjun Pria Laot				
	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)	pH Tanah (pH)	Kelembaban Tanah (%)	Intensitas Cahaya (cd)
Stasiun I	29	82	4,5	80	91
Stasiun II	28,7	82	4,5	80	92
Stasiun III	28	70	4,5	70	92
Rata-rata	28,5	78	4,5	76,6	91,3

Tabel IV.5 di atas menunjukkan parameter fisik dan kimia pada Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang memiliki suhu udara yang berkisar antara 28-29°C dengan suhu paling tinggi pada stasiun I dan paling rendah pada stasiun III. Kelembaban udara di Kawasan Air Terjun Pria Laot berkisar antara 72-82% dengan kelembaban udara paling tinggi terdapat pada stasiun I dan paling rendah pada stasiun III. pH tanah di Kawasan Air Terjun Pria Laot berkisar antara 4-4,5 pH dengan pH tana paling tinggi pada stasiun I dan yang paling rendah pada stasiun III. Kelembaban tanah di Kawasan Air Terjun berkisar antara 70-80% dengan kelembaban tanah paling tinggi pada stasiun I dan yang paling rendah pada stasiun II. Intensitas cahaya berkisar antara 91-92 cd dengan intensitas cahaya paling tinggi terdapat pada stasiun III dan yang paling rendah pada stasiun II. Perbedaan nilai parameter pada lokasi penelitian disebabkan oleh berbedanya kondisi pada setiap stasiun, dimana stasiun I berawal dari aliran air terjun, stasiun II kanopinya agak tertutup dan stasiun III dekat dengan pemukiman warga dengan kawasan yang agak terbuka.

## IV.2 Pembahasan

### IV.2.1 Biomassa dan Karbon Pohon Tersimpan pada Setiap Pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot Sabang

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa jumlah spesies pohon pada Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang sebanyak 16 famili dan 38 spesies. Jumlah biomassa tertinggi pada Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang adalah pohon angšana (*Pterocarpus indicus*) dengan biomassa sebesar 6,686 ton/ha dan karbon sebesar 3,434 ton/ha. Kandungan karbon tidak hanya dipengaruhi oleh satu parameter saja, tetapi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti keanekaragaman jenis pohon, diameter pohon dan kerapatan individu pohon yang secara bersama-sama ketiga parameter tersebut memberi kontribusi dalam besarnya nilai cadangan karbon suatu tegakan (Danial *et al.*, 2019).

Kawasan Air terjun Pria Laot mempunyai pohon angšana dengan diameter pohon sebesar 53 cm, hal ini mengindikasikan bahwa pohon angšana memiliki penyerapan karbon yang besar, bisa dilihat dari ukuran diameter batangnya yang melebihi rata-rata ukuran diameter pohon. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rosianty *et al* (2021) bahwa pohon angšana mampu menyerap karbon sebesar 2,30 Ton/C/Ha dan rata-rata serapan karbon 0,76 Ton/C/Ha dengan rata-rata diameter 43,33 cm, dimana semakin besar diameter pohon maka semakin besar kemampuan pohon dalam menyerap karbon. Total simpanan dan serapan karbon yang terdapat pada tanaman Angšana yang terdapat di Kecamatan Ilir Barat I Kota Palembang dengan jumlah simpanan karbon 49,703 Ton/c/Ha dan jumlah serapan karbon 173,35 Ton/C/Ha. Penelitian yang dilakukan oleh Darliana *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa estimasi potensi cadangan karbon yang terdapat di Taman Maluku Bandung sebesar 179,941 ton. Potensi cadangan karbon terbesar didapat dari jenis pohon kenari (*Canarirum sp*) dengan jumlah cadangan karbon 29,251 ton. Potensi cadangan karbon kedua didapatkan dari pohon angšana (*Pterocarpus indicus*) dengan jumlah karbon 27,176 ton.

Angšana mampu menyerap karbondioksida sebanyak 11,12 kg dalam waktu setahun dan mampu mengakumulasi zat-zat pencemar di daunnya dan mampu tumbuh pada suhu tinggi (Yusri *et al.*, 2022). Menurut Pane *et al.*, (2016)

angsana memiliki massa karbohidrat yang tinggi, besarnya massa karbohidrat menunjukkan aktifitas metabolisme karbohidrat yang tinggi. Nilai konversi massa karbohidrat menunjukkan massa karbondioksida pada angsana sebesar 27,62 gr pada daunnya. Aktifitas metabolisme karbohidrat berhubungan dengan daya serap karbondioksida oleh tumbuhan, dimana pembentukan karbohidrat pada tumbuhan membutuhkan karbondioksida sebagai bahan baku fotosintesis. Reaksi fotosintesis membutuhkan 6 molekul karbondioksida untuk pembentukan 1 molekul karbohidrat. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi massa karbohidrat maka semakin tinggi pula karbondioksida yang diserap dan digunakan oleh tumbuhan. Seperti halnya pohon angsana di lokasi penelitian yang memiliki kandungan karbon paling tinggi di kawasan air terjun.

Pohon yang paling dominan ditemukan di Kawasan Air Terjun Pria Laot adalah pohon sarai (*Caryota mitis*) dengan jumlah 11 individu. Pada kawasan air terjun pria laot sarai memiliki kandungan biomassa sebesar 4,843 ton/ha dan 2,425 ton/ha. Sarai merupakan tumbuhan jenis palem yang biasanya tumbuh di bawah naungan pohon lain. Nurhuda (2022) menyatakan bahwa kelimpahan pohon sarai pada lokasi penelitian disebabkan atas beberapa faktor yaitu daya tahan, daya saing, kemampuan tumbuh, sifat tumbuhan yang tahan terhadap kondisi kering maupun basah, kesuburan tanah serta iklim terutama kondisi curah hujan pada lokasi. Tumbuhan memerlukan kondisi lingkungan yang sesuai untuk dapat bertahan hidup. Di lokasi penelitian sarai lebih banyak ditemukan di bawah pepohonan besar yang mengindikasikan sarai mampu tumbuh pada intensitas cahaya rendah. Intensitas cahaya rendah dapat digunakan oleh tanaman dengan lebih efisien dibandingkan intensitas cahaya tinggi. Persaingan tumbuhan dalam mendapat cahaya matahari tidak mempengaruhi pertumbuhan sarai, karena sarai bisa tumbuh subur di bawah kanopi pohon yang rendah akan intensitas cahaya (Rai, 2018).

Pada lokasi penelitian sarai banyak ditemui karena memiliki suhu yang cocok untuk pertumbuhannya, dimana suhu di Kawasan Air Terjun Pria Laot berkisar 28-29°C. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chairunnisa *et al.*, (2018) bahwa palem hanya mampu tumbuh pada suhu 25-28°C. Dimana semakin tinggi

suhu maka tingkat pertumbuhan semakin berkurang. Selain itu sarai mampu tumbuh pada lokasi intensitas cahaya rendah dengan kanopi yang tertutup. Lokasi Air Terjun Pria Laot merupakan kawasan hutan dengan kanopi yang tertutup sehingga cocok untuk pertumbuhan sarai. Secara ekologis cahaya, temperatur dan air merupakan faktor lingkungan yang penting untuk keberlangsungan hidup sebuah tanaman.

Jumlah individu pohon dapat mempengaruhi nilai cadangan karbon suatu tanaman. Parameter pohon yang berpengaruh secara signifikan terhadap laju penyerapan karbon dan proses fisiologis tumbuhan yaitu fotosintesis. Proses fotosintesis mengubah karbondioksida menjadi simpanan biomassa. Karbon tidak hanya berfungsi sebagai energi bagi tumbuhan tapi juga sebagai pembentuk struktur tumbuhan. Semakin besar biomassa yang dihasilkan dari proses fotosintesis maka semakin berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan, baik pertumbuhan secara primer maupun sekunder (Nedisha & Tjahjaningrum, 2019).

Kluwih (*Artocarpus camansi*) merupakan pohon dengan jumlah biomassa dan karbon terendah di lokasi penelitian. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan jumlah biomassa sebanyak 1,085 ton/ha dan jumlah karbon sebanyak 0,540 ton/ha. Umumnya pohon yang menghasilkan buah memiliki simpanan karbon yang rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Agumanis *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa tumbuhan yang berumur panjang adalah tempat penyimpanan karbon (*carbon sink*) yang jauh lebih besar daripada tanaman semusim (berbuah). Penelitian yang dilakukan oleh Hidayat *et al.*, (2017) di Kawasan Pegunungan Seulawah Agam didapatkan kuantifikasi simpanan karbon terkecil pada pohon kluwih (*Artocarpus camansi*) dengan dengan biomassa pohon 0,0000041 g/pohon dan stok karbon 0,000021 g/pohon.

Semakin banyak jumlah daun maka semakin banyak cahaya yang diserap oleh pohon untuk proses fotosintesis. Pada pohon penghasil buah hasil fotosintesis dari daun akan didistribusikan lagi ke bagian lainnya sehingga kandungan biomassa pada bagian non-fotosintesis akan lebih besar daripada bagian daun yang melakukan proses fotosintesis (Farmen *et al.*, 2014). Faktor lain yang mempengaruhi rendahnya biomassa dan karbon pada suatu tanaman adalah

jumlah individu tanaman tersebut (Haruna, 2020). Pada lokasi penelitian kluwih (*Artocarpus camansi*) hanya berjumlah satu spesies. Seperti pohon ara (*Ficus maxima*) yang juga hanya memiliki satu spesies dan memiliki kandungan biomassa dan karbon rendah, dimana biomasanya berjumlah 1,384 ton/ha dan karbon 0,692 ton/ha.

Pertumbuhan pohon dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan tempat tumbuh. Faktor genetik pada pohon yang diturunkan tidak mudah berubah pada kondisi lingkungan tertentu. Selain faktor genetik dan lingkungan, fase pertumbuhan pohon juga berpengaruh terhadap laju pertumbuhan. Tajuk pohon ialah sumber produksi makanan (karbohidrat) melalui fotosintesis. Tajuk yang besar akan mendukung produksi biomassa yang tinggi dan sebaliknya jika tajuk pohon kecil biomasanya akan sedikit Paembonan (2020).

Menurut Passal *et al.*, (2019) diameter dan tinggi batang pohon menunjukkan perbedaan jumlah biomassa yang dihasilkan pohon. Kandungan biomassa yang ada dibedakan oleh jenis pohon berdasarkan ukuran diameter dan tinggi pohon. Hal ini menggambarkan bahwa semakin besar ukuran diameter batang pohon maka semakin tinggi pula nilai biomassa pohon tersebut. Sama juga dengan tingginya kandungan biomassa dan karbon yang berbeda berdasarkan bagian pohon yang diukur, *growth stage*, tingkatan tumbuhan dan kondisi lingkungannya. Hal ini juga didapatkan di lokasi penelitian dimana pohon malapari (*Pongamia pinnata*) memiliki diameter dan tinggi pohon di atas rata-rata dengan kandungan biomassa dan karbon yang tinggi. Malapari memiliki kandungan biomassa sebesar 3,525 ton/ha dan karbon sebesar 1,782 ton/ha. Seiring dengan pertumbuhan dan umurnya malapari akan tumbuh dengan diameter dan tinggi batang pohon yang besar.

Perbedaan kandungan biomassa dan karbon pada lokasi penelitian dipengaruhi beberapa faktor diantaranya diameter pohon, tinggi pohon, jenis pohon, kerapatan pohon dan faktor fisik pada lingkungan penelitian yang meliputi penyinaran matahari, kelembaban udara, suhu, pH, dan kelembaban tanah. Umur dan diameter pohon menunjukkan pengaruh ukuran diameter batang selama pertumbuhan. Struktur tegakan pohon dilokasi yang sama tidak selalu sama. Hal

ini dikarenakan beberapa faktor diantaranya perbedaan kemampuan pohon dalam memanfaatkan energi matahari, air dan unsur hara, serta perbedaan sifat kompetisi. Susunan pohon di dalam tegakan hutan akan memiliki sebaran kelas diameter yang berbeda-beda (Heriyanto *et al.*, 2020).

Biomassa pohon sangat mempengaruhi potensi karbon tersimpan. Parameter biomassa akan mempengaruhi simpanan karbon pada pohon. Secara tidak langsung parameter yang mempengaruhi kandungan karbon yaitu diameter batang, kerapatan pohon, keanekaragaman pohon, dan kelembapan tanah. Kerapatan pohon dapat mempengaruhi banyaknya biomassa pohon karena semakin rapat pohon akan membentuk diameter batang pohon karena lahan yang menyempit (Asmaini *et al.*, 2023).

#### **IV.2.2 Jumlah Karbon Total yang Tersimpan di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang**

Jumlah biomassa dan karbon total di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang didapatkan jumlah biomassa sebesar 303,725 ton/ha dan jumlah total karbon sebesar 156,729 ton/ha. Menurut Diana *et al.*, (2022) total kandungan karbon sangat dipengaruhi oleh diameter pohon dan kerapatan akan tetapi faktor kerapatan tidak memberikan total kandungan karbon yang besar apabila diameter pohonnya kecil. Pada Kawasan Air Terjun Pria Laot diameter pohon pada setiap stasiun sangat beragam, begitu pula dengan kerapatan. Pada stasiun 1 kerapatan pohon kurang disebabkan lokasi yang menanjak dan dipenuhi bebatuan besar. Stasiun 2 kerapatan pohon termasuk dalam kategori yang rapat, sedangkan pada stasiun 3 kerapatan pohon berkurang karena mulai masuk ke pemukiman warga.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Paradika (2021) jumlah total cadangan karbon tersimpan yang dimiliki oleh vegetasi di sekitar kawasan sempadan sungai pada KHDTK (Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus) sebesar 61 ton/ha dengan jumlah total biomassa sebesar 90.411,67 kg. Vegetasi sempena sungai diasumsikan memiliki tingkat pertumbuhan subur karena selalu mendapat air dan tanah endapan yang subur. Setiap lahan memiliki kapasitas simpanan cadangan karbon yang berbeda, hal ini disebabkan keragaman vegetasi, kerapatan dan pengelolaan vegetasi yang berbeda. Biomassa mempunyai keterkaitan dengan

diameter dan tinggi pohon, dimana semakin besar diameter pohon semakin tinggi juga nilai biomassanya (Hakim *et al.*, 2021).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa jumlah kandungan karbon per hektar pada setiap plot di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang dengan jumlah 2,463979247 ton/ha dengan rata-rata 0,205331604 ton/ha. Besarnya nilai variasi karbon pada masing-masing plot yang berbeda dipengaruhi oleh DBH, tinggi pohon, faktor fisik-kimia, serta kerapatan vegetasi pohon di lokasi penelitian. Menurut Sari *et al.*, (2022) semakin tinggi diameter dan tinggi pohon akan menghasilkan nilai biomassa dan cadangan karbon yang semakin besar. Selain itu, kerapatan dan keanekaragaman jenis tumbuhan pada kondisi lingkungan yang berbeda akan mempunyai kemampuan menyerap dan menyimpan karbon yang bervariasi karena jenis tumbuhan penyusunnya dan perbedaan aktivitas dalam pengelolaan lingkungan sekitar. Penelitian yang dilakukan oleh Maku (2020) menunjukkan bahwa cadangan karbon yang terdapat pada tiga karbon *pool*: atas permukaan tanah, nekromassa dan tanah di hutan Danau Buyan dengan rincian 613,03 ton/ha, 62,56 ton/ha dan 125,433 ton/ha. Sedangkan hutan Danau Tamblingan masing-masing 768,93 ton/ha, 105,26 ton/ha dan 260.711 ton/ha.

Berdasarkan pengukuran parameter fisik di lokasi penelitian Air Terjun Pria Laot, Sabang memiliki suhu udara yang berkisar antara 28-29°C dengan rata-rata 28,5°C. Suhu udara dan kelembaban udara berpengaruh terhadap pembentukan biomassa dan potensi simpanan karbon. Dengan adanya proses penguapan, suhu udara tinggi maka kadar air di udara dan tanah menjadi rendah dan begitu sebaliknya. Ketika terjadinya penguapan udara akan menjadi lembab. Kelembaban udara di lokasi berkisar antara 72-82 % dengan rata-rata 78 %. Kelembaban udara yang rendah menunjukkan tingginya laju fotosintesis (Lestari & dewi, 2023). Mengukur suhu dan kelembaban udara di lokasi penelitian adalah untuk melihat potensi penyerapan karbon oleh pohon pada suhu dan kelembaban tertentu. Semakin tinggi suatu tempat maka suhu udara akan semakin rendah dan kelembaban udara semakin tinggi, hal ini ditunjukkan pada lokasi penelitian yang semakin menanjak dimulai dari jalan masuk Kawasan Air Terjun.

Kawasan Air Terjun Pria Laot memiliki pH berkisar antara 4,5 dengan rata-rata 4,5 pH. pH tanah menentukan ketersediaan unsur hara bagi tumbuhan. Tanah dapat menjadi basa, netral maupun asam. Kondisi pH netral membuat tanah mengandung banyak unsur hara, sedangkan pada pH asam maupun basa membuat tanah memiliki unsur hara tertentu yang belum tentu bisa diserap oleh tumbuhan dan mampu bertahan hidup pada kondisi tersebut (Purba *et al.*, 2021). Pengukuran pH di Kawasan Air Terjun Pria Laot dilakukan untuk melihat kemampuan pohon dalam bertahan hidup di kondisi pH yang beragam, dimana besar kecilnya nilai pH mempengaruhi ketersediaan unsur hara didalam tanah yang mempengaruhi cadangan karbon.

Kelembaban tanah di lapangan berkisar berkisar 7-8% dengan rata-rata 7,6%. Kelembaban tanah berpengaruh terhadap kehadiran spesies, semakin tinggi kelembaban menunjukkan semakin banyak air yang dapat diserap tumbuhan dan semakin tinggi pula keanekaragaman spesiesnya (Setiayu *et al.*, 2020). Kelembaban tanah perlu diukur untuk melihat kemampuan pohon dalam menghasilkan karbon pada kondisi tanah yang kering maupun basah. Intensitas cahaya di lapangan berkisar antara 0,22-0,92 Lux dengan intensitas cahaya tertinggi terdapat pada stasiun III dan yang terendah stasiun II. Pohon yang mendapat sedikit cahaya matahari akan mengalami pertumbuhan yang lambat sehingga memiliki diameter batang yang kecil. Besarnya ukuran diameter pohon akan mempengaruhi biomassa pohon (Utbah *et al.*, 2017). Pengukuran intensitas cahaya di lokasi penelitian untuk melihat kemampuan pertumbuhan pohon di bawah kanopi tertutup dan yang terbuka.

Parameter lingkungan merupakan bagian penting bagi pertumbuhan dan perkembangan vegetasi pohon. Parameter yang sesuai terhadap kemampuan hidup tanaman dapat mempengaruhi kepadatan dan dominansi pohon sehingga semakin tinggi nilai kepadatan dan frekuensinya (Jannah *et al.*, 2021). Setiap jenis tumbuhan mempunyai kemampuan hidup yang berbeda-beda dalam kondisi lingkungan tertentu. Spesies yang mendominasi berarti memiliki kemampuan beradaptasi terhadap faktor lingkungan, sehingga menyebabkan jenis pohon tertentu akan memiliki sebaran yang luas (Setiayu *et al.*, 2020). Faktor lingkungan

yang dapat mempengaruhi keberadaan pertumbuhan ialah ketinggian tempat tumbuh. Ketinggian tempat secara tidak langsung dapat mempengaruhi faktor lingkungan yang lainnya seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan pH tanah yang menyebabkan berbeda pula kehadiran jenis vegetasi pohon (Sumarjan, 2021). Kawasan Air Terjun Pria Laot merupakan lokasi penelitian dengan ketinggian semakin menaik dari stasiun III ke stasiun I. Dimana semakin dekat dengan air terjun lokasi mulai dipenuhi dengan bebatuan besar dengan kondisi vegetasi pohon yang tumbuh pada tempat yang lebih tinggi.



## BAB V

### PENUTUP

#### V.1 Kesimpulan

1. Jumlah biomassa dan karbon tertinggi di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang terdapat pada pohon angšana (*Pterocarpus indicus*) dengan jumlah biomassa 0,686 kg/m<sup>2</sup> dan karbon 0,0343 kg/m<sup>2</sup>, sedangkan jumlah biomassa karbon yang terendah terdapat pada kluwih (*Artocarpus camansi*) dengan kandungan biomassa 0,108 kg/m<sup>2</sup> dan karbon 0,054 kg/m<sup>2</sup>.
2. Jumlah total biomassa pada pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot Sabang sebesar 26,143 kg/m<sup>2</sup> dan jumlah total karbon sebesar 19,363 kg/m<sup>2</sup>.

#### V.2 Saran

Dilakukan penelitian lain mengenai estimasi karbon pohon di Kawasan Air Terjun Pria Laot, Sabang dengan metode pengukuran biomassa pada pohon mati dan kayu mati (necromass) dengan metode geometrik ataupun dengan metode alometrik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Akmalia, H. A., & Pranatami, D. A., (2021). *Biologi Untuk Mahasiswa*. Semarang: CV. Alinea Media Dipantara. ISBN/ISSN: 978-623-97666-9-6.
- Agumanis, V., Tasirin, J. S., & Nurmawan, W. (2021). Pemetaan Simpanan Karbon Tanaman Peneduh Jalan Wolter Monginsidi Kota Manado. *In Coco*, 7(7),112. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/download/35974/33538>. (diakses 13 Maret 2024).
- Aisoi, L. E., & Ruth, M. (2021). Estimasi Stok Karbon Pada Tegakan Pohon Mangrove di Kawasan Wisata Alam Teluk Youtefa. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pengembangan Iptek dan Sains*, 211-224. <https://lppm.unccen.ac.id/wp-content/uploads/2022/04/21-Leonard-Aisoi.pdf>. ISBN: 978-602-7905-9. E-ISSN: 2502-5295.
- Akbar, H., Afifuddin, M., & Rani, H. A. (2017). Infrastruktur Prioritas Pada Zona Pariwisata di Kota Sabang Dengan Menggunakan Metode *Location Quotient* (LQ) dan *Analytic Network Process* (ANP). *Jurnal Teknik Sipil*, 6(3), 233-242. <http://e-repository.unsyiah.ac.id/JTS/article/view/9804>. P-ISSN: 2088-9321.
- Aldafiana, S., & Murniyati, A. (2021). Pertumbuhan Tinggi dan Diameter Serta Volume Tanaman Sengon (*Paraserianthies falcataria*) Umur 10 Tahun di Desa Perdana, Kecamatan Kembang Janggung, Kutai Kartanegara. *Jurnal Eboni*, 3(2), 2715-6451. <https://ejournals.umma.ac.id/index.php/eboni/index>. e-ISSN: 2715-6451.
- Alpian & Supriyati, W. (2022). *Biomassa, Karbon dan Kemampuan Penyerapan Karbondioksida Tegakan Gelam*. Jawa Tengah: Penerbit NEM. ISBN: 9786234232028, 6234232027.
- Amaliyah, A., Purnomo, P.R.W., & Suprpto, D. (2022). Estimasi Biomasa dan Kandungan Karbon di Kawasan Hutan Mangrove Desa Pasar Banggi, Rembang. *Jurnal Enggano*, 7(1), 92–105. E-ISSN: 2527-5186. P-ISSN: 2615-5958.
- Amanda, Y., Mulyadi, A., & Siregar, Y. I. (2021). Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(1), 38–48. ISSN: 1693-2862.
- Anggraini, S., & Afriyanti, N. (2019). Estimasi Cadangan Karbon Kelapa Sawit Bibit Bersertifikat Pada Perkebunan Kelapa Sawit Kabupaten Serdang Bedagai Sumatera Utara. *Agroprimatech*, 3(1), 11–16. E-ISSN: 2599-3232.
- Apriliana, W. I., Purwanti, F., & Latifah, N. (2021). Estimasi Kandungan

Biomassa dan Simpanan Karbon Hutan Mangrove, Mangunharjo, Semarang. *Life Science*, 10(2), 162–172. <https://doi.org/10.15294/lifesci.v10i2.54447>. (diakses 15 Agustus 2024).

Arfina, N., Hidayat., & Nisa, K. (2020). Simpanan Karbon Pada Tanah di Kawasan Geothermal Ie Brok Seulawah Agam Desa Meurah Kecamatan Seulimum Kabupaten Aceh Besar. *Prodising Seminar Nasional Biotik 2020*. 71-77. ISBN: 978-602-70648-2-9.

Ariyanti, D., Wijayanto, N., & Hilwan, I. (2018). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan dan Simpanan Karbon Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Kabupaten Pesisir Barat Provinsi Lampung. *Journal of Tropical Silviculture*, 9(3), 167–174. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.9.3.167-174>. ISSN: 2086-8227.

Asmaini, T., Muslih, A. M., & Basri, H. (2023). Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Pinus (*Pinus merkusii*) di Kecamatan Blang Jerango Kabupaten Gayo Lues. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(11), 1427-1434. E-ISSN: 2614-6053. P-ISSN: 2615-2878.

Azurianti, A., Dewi Lestariningsih, I., Prijono, S., A. D., & Lathif, S. (2023). Studi Dampak Tutupan Lahan Terhadap Simpanan Karbon di Kawasan Hutan Cempaka, Kecamatan Prigen, Pasuruan, Jawa Timur,. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 10(2), 255-264. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.2.9>. (diakses 22 April 2024).

Chairunnisa, Suleman, S. M., & Pitopang R. (2018). Pola Distribusi dan Kerapatan Palem "MPIRE" *Caryota Mitis* Lour (Arecaceae) di Taman Nasional Lore Lindu Sulawesi Tengah. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 7(1), 71-80. ISSN-p: 2338-0950. ISSN-e: 2541-1969.

Danarto, S. A., & Yulistyarini, T. (2019). Seleksi Tumbuhan Daratan Rendah Kering yang Berpotensi Tinggi Dalam Sekuestrasi Karbon Untuk Rehabilitasi Kawasan Tedegradasi. *PRO SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 5(1), 33-37. ISSN: 2407-8050.

Danial, Ilham, W., & Asyari, M. (2019). Pendugaan Karbon Tersimpan Pada Permukaan tanah di Berbagai Jalur Hijau Kecamatan Banjarbaru Utara Kota Banjarbaru. *Jurnal Sylva Scienteeae*, 02 (4), 667-674. ISSN 2622-8963 (media online).

Darajati, Nugroho, D., & Rianto, A. (2022). Strategi Indonesia Dalam Mengurangi Emisi Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di Masa New Normal. *Prosiding Ilmu Pemerintahan*, 1(1),228-242. <https://ejournal.umc.ac.id/index.php/IP/article/view/2712>. (diakses 11 Maret 2023).

Darlina, I., Wilujeng, S., & Nurmajid, F. (2023). Estimasi Cadangan Karbon dan

Serapan Karbon di Taman Maluku Kota Bandung. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11 (1), 163-171. ISSN: 2088-5113.

Diana, R., Situmorang, O., Hastaniah, Sutedjo, & Boer, C. (2022). Estimasi Karbon Pada Pepohonan di Arboretum Laboratorium Sumberdaya Hayati Kalimantan (LHSK), Universitas Mulawarman Samarinda. *Jurnal Tengawang*, 12(1), 105-115. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/tengawang/article/view/53870> (diakses 6 Juni 2024).

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. *Agrikultura*, 32(2), 112. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i2.32344>. ISSN: 0853-2885.

Erly, H., Wulandari, C., Safi'i, R., Kaskoyo, H., & Djoko Winarno, G. (2019). Keanekaragaman Jenis dan Simpanan Karbon Pohon di Resort Pemerihan, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(2), 139–149. P-ISSN: 2339-0913. E-ISSN: 2549-5747.

Fadilah, Y., Wasis, B., & Hilwan, I. (2018). Carbon Stock Potential of Nabundong Forest KPH Region VI North Sumatera. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(1), 67–73. <https://doi.org/10.18343/jipi.23.1.67>. ISSN: 0852-4217. E-ISSN: 2443-3462.

Farmen, H., Panjaitan, P. B., Abdul Rahman Rusli, D., & Rahman Rusli, A. (2014). Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah Areal Kampus Universitas Nusa Bangsa. *Journal Nusa Sylva*, 14(1), 10–19. <https://ejournalunb.ac.id/index.php/JNS/article/view/111> (diakses 4 Juli 2024).

Firdaus, F. (2019). Jejak Karbon Sektor Energi D.I.Yogyakarta dan Rekomendasi Jumlah Pohon yang Harus Ditanam untuk Reduksi Emisi Gas CO<sub>2</sub>. *AJIE-Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 04 (January), 1. E-ISSN: 2477-0574. P-ISSN: 2477-3842.

Firdaus, M., & Wijayanti, L. (2019). Fitoplankton dan Siklus Karbon Global. *OSEANA*, 44, 35-48. <https://doi.org/10.14203/oseana.2019.Vol.44No.2.39>. (diakses 4 April 2023).

Gebeyehu, G., Soromessa, T., Bekele, T., & Teketay, D. (2019). Carbon Stok and Factors Affecting Their Storage in Dry Afromontane Forests of Awi Zone, Northwestern Ethiopia. *Journal of Ecology and Enviromenrt*, 43(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s41610-019-0105-8>. (diakses 24 April 2024).

Hakim, R., Suyanto, S., & Asyari, M. (2021). Estimasi Cadangan Karbon Atas Permukaan Tanah di Kawasan Hutan Lindung Liang Anggang Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scienteace.*, 4(5), 793. ISSN 2622-8963.

- Hairiah, K. Ekadinata, A., Sari, R. R., & Rahayu, S. (2011). *Cadangan Karbon Dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan Edisi ke 2*. Bogor: World Agroforestry Centre. ISBN: 978-979-3198-53-8.
- Haruna, M. F. (2020). Analisis Biomasa dan Potensi Penyerapan Karbon Oleh Tanaman Pohon di Taman Kota Luwuk. *Jurnal Pendidikan Glasser*, 4(2). <https://doi.org/10.32529/glasser.v4i2.742>. P-ISSN: 2579-5082. E-ISSN: 2598-2918.
- Haryadi, N. (2017). Struktur dan Komposisi Vegetasi Pada Kawasan Lindung Air Terjun Telaga Kameloh Kabupaten Gunung Mas. *Ziraa'ah*, 42, 137–149. e-ISSN: 2355-3545.
- Heriyanto, N. M., Priatna, D., & Samsuedin, I. (2020). Vegetation Structure and Carbon Stocks in Secondary Forest of Mura Merang Forest Complex, South Sumatera. *Jurnal Sylva Lestari*, 8(2),230. ISSN (print) 2339-0913. ISSN (online) 2549-5747.
- Hilmi, H., Puspitawati, L., & Utari, R. (2020). Pengaruh Kompetisi, Pertumbuhan Laba dan Kinerja Lingkungan Terhadap Pengungkapan Informasi Emisi Karbon pada Perusahaan. *Owner (Riset dan Jurnal Akuntansi)*, 4(2), 296. <https://doi.org/10.33395/owner.v4i2.232>. e-ISSN: 2548-9224. P-ISSN: 2548-7507.
- Hidayat, M., Sumayyah, R., Sari, N., & Nadilla. (2017). Kajian Kuantifikasi Simpanan Karbon Tumbuhan di Pegunungan Seulawah Agam Kemukiman Lamteuba Kecamatan Seulimum Kecamatan Seulimum Kabupaten Aceh Besar. *Prodising Seminar Nasional Biotik*, 103–108. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/PBiotik/article/view/2135>. (diakses 26 Juni 2024).
- Husna, V. N. (2019). Estimasi Cadangan Karbon Biomassa di Atas Permukaan pada Tegakan Mangrove Menggunakan Pengindraan Jauh di Tongketongke, Sulawesi Selatan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(2), 456–466. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.2.456-466>. E-ISSN: 2460-5824.
- Hutasuhut, M. A., & Amrul, H. M. (2022). Kandungan Karbon Tersimpan di Hutan Primer dan Sekunder. *EKSKAKTA: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA.*, 7(C),133-139. p-ISSN: 2502-101X. e-ISSN: 2598-240.
- Insusanty, E., Ikhwan, M., & Sadjati, E. (2018). Kontribusi Agroforestri Dalam Mitigasi Gas Rumah Kaca Melalui Penyerapan Karbon. *Jurnal Hutan Tropis*, 5(3), 181. <https://doi.org/10.20527/jht.v5i3.4784>. ISSN: 2337-7771. E-ISSN: 2337-799.
- Irawan, U. S ., & Purwanto, E. (2020). *Panduan Pengukuran dan Pendugaan*

*Cadangan Karbon pada Ekosistem Hutan Gambut dan Mineral Studi Kasus di Hutan Rawa Gambut Pematang Gadung dan Hutan Lindung Sungai Lesan, Kalimantan.* Bogor: Yayasan Tropenbos Indonesia. [https://www.tropenbos-indonesia.org/file.php/2189/ti\\_panduan%20karbon\\_20200507.pdf](https://www.tropenbos-indonesia.org/file.php/2189/ti_panduan%20karbon_20200507.pdf) (diakses 12 Februari 2024).

- Irayana, C. T., Zainuddin, Z., & Yisuf, M. A. (2023). Pengembangan Kawasan Wisata Air Pria Laot, Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Akhir Arsitektur dan Perencanaan*, 7(2), 24-29. ISSN:2655-1586.
- Irfan, M., Widhanarto, G. O., & Dewantara, I. (2021). Estimasi Cadangan Karbon Dari Kegiatan Reklamasi Blok Tambang PT. Citra Mineral Investido, Tbk. Kecamatan Sandai Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari*, 9(3), 354-365. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmfkh/article/download/49637/75676591773>. (diakses 1 Mei 2024).
- Irma, M.F., & Gusmira, E. (2024). Tingginya Kenaikan Suhu Akibat Peningkatan Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia. *JSSIT: Jurnal Sains dan Sains Terapan*, II, 26-32. e-ISSN : 3046-5958.
- Irundu, D., Beddu, M. A., & Najmawati, N. (2020). Potensi Biomassa dan Karbon Tersimpan Tegakan di Ruang Terbuka Hijau Kota Polewali, Sulawesi Barat. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 12(1), 49. <https://doi.org/10.24259/jhm.v12i1.9675>. ISSN: 1907-5316. E-ISSN: 2613-9979.
- Isnaeni, R., Ardli, E. R., & Yani, E. (2019). Kajian Pendugaan Biomassa dan Stok Karbon pada *Nypa fruticans* di Kawasan Segara Anakan Bagian Barat, Cilacap. *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 1(2), 151. <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2019.1.2.1823>. E-ISSN: 2714-8564.
- Jannah, S. W., Rahman, F. A., & Hadi, A. P. (2021). Analisis Kandungan Karbon pada Vegetasi Mangrove di Desa Lembar Kabupaten Lombok Barat. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 588. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v9i2.4303>. (diakses 18 Maret 2024).
- Jauhari, A., Asy'ari, M., Rahmadanti, R., Hazama, N., Dewi, N. L. K., & Martias, A.T. (2021). Study of The Potential of CO<sub>2</sub> Absorption By Vegetation Based on Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Value. *Konversi*, 10(1), 13-17. <https://doi.org/10.20527/k.v1i1.9760>. (diakses 1 Mei 2024).
- Karina, S. P., & Nurdiana (2021). Biomassa Karbon Pohon di Pengunungan Iboih Kecamatan Suka Karya Kota Sabang. *Prodising Seminar Nasional Biotik*, 90-95. ISBN: 978-602-70648-3-6.
- Kurnia, A., & Sudarti. (2021). Efek Rumah Kaca Oleh Kendaraan Bermotor. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 4(2), 1-9. <https://ejurnalunsam.id/index.php/JPFS> (diakses 20 April 2024).

- Kusumawati, R. M., Mu'mining, Wulandari, K., Apriyani, & Suwignyo. (2023). Edukasi Perubahan Iklim Untuk Menambah Pemahaman Tentang Kondisi Iklim Saat Ini. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 64–67. E-ISSN: 2656-0364.
- Latae, A., Monde, A., & Hasanah, U. (2019). Cadangan Karbon Pada Tiga Macam Penggunaan Lahan di Desa Tudua Kecamatan Bungku Tengah kabupaten Morowali. *e-j Agrotekbis*. 7(3), 293298. <http://jurnal.faperta.untad.ac.id/index.php/agrotekbis/article/view/428>. (diakses 7 April 2023).
- Latifah, N., Endrawati, H., & Febrianto, S. (2019). Distribusi Spasial Fluks Karbondioksida di Perairan Karimunjawa, Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(2), 235-368. e-ISSN: 2541-3481.
- Lestari, K. W., & Dewi, N. (2023). Potensi Simpanan Karbon Pada Beberapa Tipe Agroforestri Berbasis Kopi Robusta di Desa Rowosari, Jember. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 14(2), 150-157. p-ISSN: 2086-8277. e-ISSN: 2807-3282.
- Lestari, S., Dewantara, I., & Hardiansyah, G. (2020). Estimasi Karbon Tersimpan di Atas Permukaan Tanah (*Above Ground*) di Kawasan Mempawah Mangrove Park Kabupaten Mempawah. *Jurnal Tengkawang*, 10(1), 1-10. <https://doi.org/10.26418/jt.v10i1.35937>. (diakses 4 April 2023).
- Lokitaswara, E. (2018). *Ekologi Lahan Basah : Daur Biogeokimia*. 93217004, 0-7 . <http://blog.um-palembang.ac.id/saleh-hidayat/artikel/daur-biogeokimia-ekologi-lahan-basah>. (diakses 7 April 2023).
- Luhulima, S. H., Osok, R. M., & Kaya, E. (2020). Simpanan Karbon di Atas Permukaan Pada Berbagai Penggunaan Lahan di Hutan Lindung Sirimau, Pulau Ambon. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16(2), 215-223. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.2.215>. E-ISSN: 2527-5186. P-ISSN: 2615-5958.
- Lumbu, T., Rumengan, A.P., Paruntu, C.P., Darwisito, S., Ompi, M., & Mandagi, S. (2022). Kajian Simpanan Karbon Pada Biomassa Mangrove Di Pesisir Desa Tatengesan Kecamatan Pusomaen Kabupaten Minahasa Tenggara Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 10(1),63-71 <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jplt/article/view/40552>. (diakses 12 Agustus 2024).
- Maftukhah, M., Turrohmah, U. U., Sholikhah, N. I., & Fawaida, U. U. (2023). Pengaruh Cahaya Terhadap Proses Fotosintesis Pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA dan Pendidikan MIPA*, 7 (1), 51-55. p-ISSN: 2502-101X e-ISSN: 2598-2400.
- Maizaldi, M., Amin, B., & Samiaji, J. (2019). Estimasi Jumlah Stok Karbon yang Tersimpan di Lahan Basah Desa Sungai Tohor Kecamatan Tebing Tinggi

Timur Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 6(2), 60. <https://doi.org/10.31258/dli.6.2.p.60-66>. p-ISSN 2356-2226. e-ISSN 2655-8114.

- Maku, B. P., Suarna, I. W., & Diara, I. W. (2020). Analisis Potensi Cadangan Karbon Untuk Pengelolaan Hutan di Taman Wisata Alam Danau Buyan-Danau Tambilngan. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Enviromental Science)*, 14(2), 154. p-ISSN:1907-5626,e-ISSN: 2503-339.
- Mangatas, R. (2021). Kajian Alih Fungsi Lahan Hutan Serta Peranannya Dalam Penyerapan Tenaga Kerja, Pertumbuhan Ekonomi dan Peningkatan Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten Perbatasan Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Nasional SATIESP 2021*, 140-155. No.ISBN: 978-602-53460-8-8. <https://feb.untan.ac.id/wp-content/uploads/2022/03/14.pdf>. (diakses 19 April 2024).
- Manuri, S., Putra, C. A. S., & Saputra, A. D. (2020). *Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan*. Palembang: Merang REDD Pilot Project (MRPP). ISBN: 978-602-99492-2-3.
- Mardiana, G., Muhayah, R., & Pitri, R. M. N. (2018). Potensi Simpanan dan Serapan Karbon di Atas Permukaan Tanah Pada Kawasan Hutan Desa Sungai Bakar Kecamatan Bajuin. *Jurnal Sylva Scienteeae*, 1(1), 56–64. E-ISSN 2622-8963.
- Martono, M., & Komala, N. (2018). Concentration Conditions of Carbon Dioxide in Bukittinggi During the Event of El Niño 2015. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 3(3), 118. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v3i3.24860>. (diakses 21 Mei 2023).
- Maryadi, A., Rafdinal, R., & Linda R. (2019). Kajian Biomassa Tegakan Atas Permukaan (*Aboveground Biomass*) dan Cadangan Karbon di Beberapa Taman Kota Pontianak. *Jurnal Protobiont*, 8(3), 73-80. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/article/download/36855/75676583495>. (diakses 16 April 2024)
- Mekkonnen, Z. A., & Riley. W. J. (2023). Perubahan Iklim Akan Meningkatkan Proporsi Biomassa Stok Karbon Hutan Global Berdasarkan Lintasan Iklim SSP5-8.5. *Surat Penelitian Geofisika*. <https://translate.google.com/website?sl=en&tl=id&hl=id&client=srp&u=https://doi.org/10.1029/2023GL104612>. (diakses 24 April 2024).
- Heriyanto, N. M., Priatna, D., kartawinata, K., & Samsuedin, I. (2020). Struktur dan Komposisi Hutan di Kawasan Lindung Rantau Bertuah, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. *Buletin Kebun Raya*, 23(3). <https://publikasikr.lipi.go.id/index.php/buletin>. (diakses 15 mei 2023).
- Muhsoni, F. (2021). Karbon Mangrove. *Angewandte Chemie International*

*Edition*, 6(11), 951-952., 10-27. [http://msp.trunojoyo.ac.id/wp-content/uploads/2022/05/2021\\_Buku-Karbon-Mangrove\\_Firman-Farid-Muhsoni\\_compressed.pdf](http://msp.trunojoyo.ac.id/wp-content/uploads/2022/05/2021_Buku-Karbon-Mangrove_Firman-Farid-Muhsoni_compressed.pdf). (diakses 4 April 2023).

- Mustikaningrum, D. (2022). *Serapan Karbon Hutan Produksi*. Yogyakarta: CV Bintanf Semesta Media. ISBN: 978-623-8015-26-9.
- Nedhisa, P. I., & Tjahjaningrum, I. T. (2019). Estimasi Biomassa, Stok Karbon dan Sekuestrasi Karbon Mangrove pada *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya dengan Persamaan Allometrik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v8i2.45838>. (diakses 13 Maret 2024).
- Ngakan, P. O., Nasri, N., Hamzah, A. S., Karim, H.A., & Maulany, R. I. (2022). *Dendrologi Dasar-dasar Mengenal Pohon*. Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. <https://forpress.unhas.ac.id/index.php/press/catalog/book/17>. (diakses 12 Februari 2024).
- Ningrum, K. P., Endrawati, H., & Riniatsih, I. (2020). Simpanan Karbon pada Ekosistem Lamun di Perairan Alang-alang dan Perairan Pancuran Karimunjawa, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 289–295. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27558>. (diakses 15 Mei 2023).
- Nis, A. (2020). Analisis Is Structure and Vegetation Composition Increases Tree and Pillar At Hutan Lindung Oereu Village Bani-bani Is Io Kufeudistrict Malacca Regency Analisis Struktur dan Komposisi Vegetasi Tingkat Pohon dan Tiang di. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*. 5(April), 24-36. <https://www.neliti.com/publications/378262/analisis-is-structure-and-vegetation-composition-increases-tree-and-pillar-at-hu>.(diakses 15 Mei 2023)
- Noor, M. S., Hafizianoor, & Suyanto. (2020). Analisis Cadangan Karbon Pada Tanaman Reklamasi Lahan Bekas Pertambangan Batubara di PT. Borneo Indobara. *Jurnal Hutan Tropis*, 8(1), 99. <https://doi.org/10.20527/jht.v8i1.866>. (diakses 10 Agustus 2023).
- Nugroho, A. W., & Riyanto, H. D. (2020). Studi Intensitas Cahaya di Sempedan Sungai Hutan Produksi Jati KHDTK Cemoro Medang. *Jurnal WASIAN*, 7(1), 15-24. ISSN: 2502-5198. E-ISSN: 2355-9969.
- Nuranisa, S., Sudiana, E., & Yani, E. (2020). Hubungan Umur Dengan Biomassa, Stok Karbondioksida, Tegakan Pohon Duku (*Lansium parasiticum*) di Desa Kalikajar Kecamatan Kaligondang Kabupaten Purbalingga. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(1), 146. <https://doi.org/10.20884/1.bioe.200.2.1.1866>. E-ISSN: 2714-8564.
- Nurhuda, M. B., Pujawati, E. D., & Payung, D. (2022). Keanekaragaman Hayati Tumbuhan di Sekitar Kawasan Bendungan Labuhan Kecamatan Batang Alai Selatan Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scientiae*, 5(3), 429.

<https://doi.org/10.20527/jss.v5i3.5716>. (diakses 5 Maret 2024).

- Nusantoro, B. P. (2021). Cadangan Karbon pada Vegetasi Pohon di BKPH Majalengka KPH Majalengka. *Jurnal Wanamukti*, 24(1), 23–29. p-ISSN: 1412-8381. e-ISSN: 2621-833X.
- Pane, S., Yoza, D., & Sulaeman, R. (2016). Potensi Serapan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Pada Pohon Peneduh Di Jalan Soekarno Hatta Kota Pekanbaru. *Jom Faperta UR*, 3(2), 1-8. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/15373>. (diakses 2 Juli 2024).
- 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 Scientiae*, 4(1), 98. ISSN 2622-896.
- Passal, I., Mardiatmoko, G., & Latumahina, F. (2019). Hubungan Volume Tegakan Dengan Kandungan Biomassa Tersimpan Skala Plot Pada Areal Agroforestry Dusung di Dusun Toisapu Kota ambon. *Jurnal Hutan Pulau-pulau Kecil*. 3(1), 40-54. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2019.3.1.40>. (diakses 5 Maret 2024).
- Paembonan, S, A. (2020). *Ekofisiologi dan Pertumbuhan Pohon*. Makassar: Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. ISBN: 978-623-94156.
- Pebriandi, P., Yoza, D., Sukmantoro, W., Sribudiani, E., Darlis, V. V., Samadona, S., Suhada, N., Masruri, N. W., & Rangkuti, A. B. (2023). Carbon Storage Potential of Talang Forst in Pinggir District, Bengkalis Regency, Riau Province. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7 (2), 85-91. e-ISSN: 2579-5929.
- Peniwidiyanti, & Ashari, R. (2018). Hemiepipit *Ficus* spp. (*Moraceae*) di Pulau Weh, Kota Sabang, Provinsi Aceh, Indonesia. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 4, 215-219. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m040220>. ISSN:2407-8050.
- Prabowo, R. A., Triwiyatno, A., & Soetrisno, Y. A. A. (2020). Perancangan dan Implementasi Sensor Suhu, Kelembaban Udara, Kecepatan Angin dan Curah Hujan Pada Prototype Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran Hutan dan Lahan. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 9(3), 289-297. <https://doi.org/10.14710/transient.v9i3.289-297>. e-ISSN: 2685-0206.
- Pratiwi, G., Sasmito, B., & Bashit, N. (2021). Analisis Prediksi Nilai Biomassa Atas Permukaan (*Aboveground Biomass*) Pohon Karet Menggunakan Citra Sentinel-1a Terhadap Usia Tegakan. *Elipsoida : Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 4(01), 27-33. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2021.11482>. E-ISSN: 2714-8564.
- Purba, T., Ningsih, H., Purwaningsih, Junaedi, S. A., Guanawan, B., Junairiah, Firgiyanto, R., & Arsi. (2021). *Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Malang:

Yayasan Kita menulis. ISBN: 978-623-342-139-3.

- Putra, W. M., Lanya, I., & Adi, I. G. P. R. (2022). Aplikasi *Geographic Information System* dan *Remote Sensing* untuk Pengembangan Potensi Wisata Agro di Kawasan Objek Wisata Air Terjun Tegenungan, Desa Kemenuh. *Agrotop: Journal on Agriculture Science*, 12(2), 274–285. p-ISSN: 2088-155X.
- Putri, N. E., & Mulyati, Y. (2023). *Manusia, Ekosistem dan Keanekaragaman Hayati*. Malang: Penerbit Rena Cipta Mandiri. ISBN: 978-623-5431-96-3.
- Rai, N. (2018). *Dasar-dasar Agronomi*. Bali: Percetakan Pelawa Sari. ISBN: 978-602-8409-68-1.
- Rahmani, D. R., & Caesarina, H. M. (2019). Valuasi Vegetasi Pohon Ruang Terbuka Hijau Objek Wisata Religi Makam Sultan Suriansyah di Tepian Sungai Kuin Kota Banjarmasin. *EnviroScienteeae*, 15(2), 178. <https://doi.org/10.20527/es.v15i2.6947>. p-ISSN 1978-8096. e-ISSN 2302-3708.
- Ramadhani, M., Harahap, S. A., Hidayah, R., Lubis, H., Herdyana, T., Hariati, E., Malinda, L., Ramadhan, N., Guru, P., Dasar, S., Ulama, N., & Utara, S. (2022). Penanaman Pohon Pucuk Merah Sebagai Penghijauan di Desa Ajibaho. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (JAPAMAS)*, 1(1), 48-54. <https://jurnal.unity-academy.sch.id/index.php/japamas/article/view/12%0Ahttp://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>. e-ISSN 2963-6906. p-ISSN: 2963-7392.
- Riry, R. B., & Lasaiba, M. A. (2022). Analisis Ketersediaan Karbon Kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau Kota Ambon. *Jurnal Jendela Pengetahuan*. 15(2), 13–20. ISSN: 1979-7842.
- Rohman, A. S., Nurbaiti, U. R., & Fianti. (2021). Analisis Kenyamanan Suhu Ruang. *EnviroScienteeae*, 17(1), 1–6. ISSN: 2303-3708.
- Rosianty, Y., Waluyo, E. A., & Himawan, M. S. G. (2021). Potensi Simpanan Karbon Pada Tanaman Angsana (*Pterocarpus indicus* WilldI di Kecamatan Iilir Barat I Kota Palembang. *Sylva: Jurnal Ilmu-ilmu Kehutanan*, 10 (1), 6. <https://doi.org/10.32502/sylva.v10i1.3605>. (diakses 24 Juni 2024).
- Samudra, G., Koja, R., Nanda, Y., Oktaviani, T., (2018). Kajian Biomassa Pada Longsor Aktif di Bagian Hilir Das Bompom Magelang Jawa Tengah. *Jurnal Geografi 1997*, 132-135. <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1695193&val=12805&title=KAJIAN%20BIOMASSA%20POHON%20PADA%20LONGSOR%20AKTIF%20DI%20BAGIAN%20HILIR%20DAS%20BOMPON%20MAGELANG%20JAWA%20TENGAH>. (diakses 21 Mei 2023).

- Santhyami, Roziaty, E., & Suparti. (2022). Pengenalan Konsep Stok Karbon Pohon Sebagai Usaha Mitigasi Perubahan Iklim Kepada Guru IPA dan Biologi se Jawa Tengah. *Journal Abdimas (Journal of Community Service): Sasambo*,4(1), 144-154. e-ISSN: 2686-519X.
- Santoso,N., Sutopo, Pambudi,G P., Danarta, V. F., Wibisono, R. A., Astuti, T. P., & Wicaksono, D. A. (2019). Pendugaan Biomassa dan Serapan Karbon di Beberapa Areal Taman Kota Jakarta, Bekasi, dan Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 18(1), 35-49. ISSN: 1829-6327, E-ISSN: 2442.
- Saptiwi, N. W. T. (2019). Pengungkapan Emisi Karbon: Menguji Peranan Tipe Industri, Kinerja Lingkungan, Karakteristik Perusahaan dan Komite Audit. *Jurnal Akutansi dan Bisnis*, 53(1), 1689-1699. ISSN 1412-775X (media cetak) | 2541-5204 (media online).
- Saputra, O., Wiryono, & Deselina. (2022). Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Tanah Pada Hutan Kampus Universitas Bengkulu. *Journal of Global Forest and Enviromental Science*, 2(2), 85-91. E-ISSN. 2809-9346.
- Sardi, W. D. P. A., Kainde, R. P., & Nurmawan, W. (2021). Cadangan Karbon Pada Pohon di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa H. V. Worang. *Cocos*, 8(8). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/view/38736>. (dia kses 4 April 2023).
- Sari, F. D., Anwar, G., & Suharto, E. (2022). Biomassa dan Simpanan Karbon Pada Agroforestri Kayu Bawang (*Azadirachta excelsa jacobs*) dan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensi Jacq.*). *Journal of Global Forest and Enviromenta Scienc*, 2(3), 52-62.<https://ejournal.unib.ac.id/jhutanlingkungan/article/view/25725%0Ahttps://ejournal.unib.ac.id/jhutanlingkungan/article/download/25725/11428>. (diakses 18 April 2023).
- Sari K. K., Arifin, L. A., & Sukartono. (2022). Variasi Cadangan Karbon Pada Berbagai Tipe Agroforestri di Kawasan Hutan Pendidikan Senaru Lombok Utara. *Journal of Soil Quality and Management (JSQM)*, 1(2),32-42. <https://jsqm.unram.ac.id/index.php/jsqm/article/download/110/25>. (diakses 9 Juni 2024).
- Sasano, H. B., & Gamal, A. (2022). *Manajemen Penebangan Hutan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI. ISBN: 978-623-01-2811-0.
- Selfiany, W. O., Mulyadi, & Sumarni, S. (2023). Potensi Karbon Pada Tegakan Pohon di Hutan Desa Nanga Semnagut Kabupaten Kapuas Hulu. *Piper*, 19(2), 145-152. <https://doi.org/10.51826/piper.v19i2.915>. (diakses 22 April 2024).
- Setiayu, D. P., Wibowo, D. N., & Yani, E. (2020). Keanekaragaman Tumbuhan Bawah pada Berbagai Umur Tegakan Jati (*Tectona grandis L.*) di KPH Banyumas Timur. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*. 2(1), 79-85.

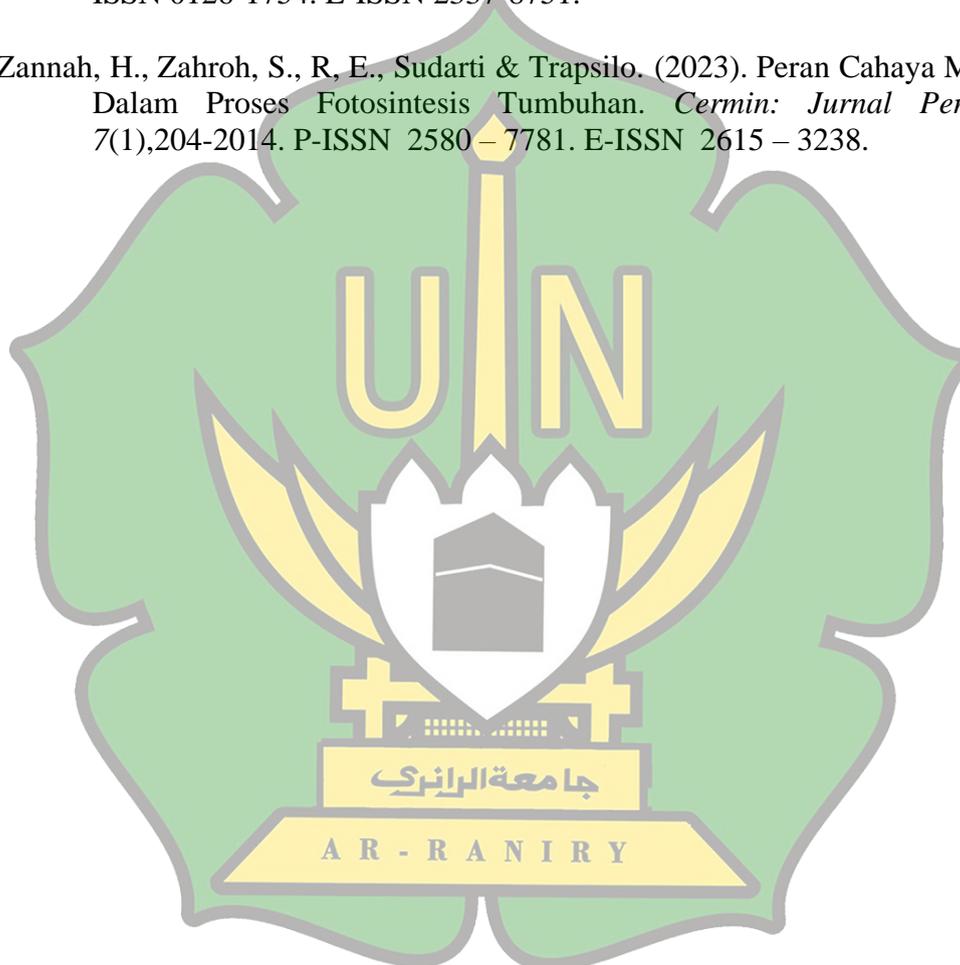
E-ISSN: 2714-8564.

- Soermano, Ifadah, N. F., Syarof, Z. N., Rifqi, A. J. M., & Haidar, J.M. (2021). *Dasar-dasar Manajemen Kesuburan Tanah Pertanian*. Malang: Universitas Brawijaya Press UB Press. ISBN: 978-623-296-203-3.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2011. *Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon- Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (ground based forest carbon accounting)*. Jakarta: Gd. Manggala Wanabakti. [https://mims.wwf.id/kaltim/carbon/upload/SNI7724\\_Pengukuran%20Lapangan%20Cadangan%20Karbon.pdf](https://mims.wwf.id/kaltim/carbon/upload/SNI7724_Pengukuran%20Lapangan%20Cadangan%20Karbon.pdf). (diakses 20 Mei 2024).
- Sultan, S., Hasanuddin, H., Latifah, H., & Awal, N. (2020). Nilai Serapan Karbon Hutan Pinus di Desa Pesse Kecamatan Donri-donri Kabupaten Soppeng. *Jurnal Penelitian Kehutanan BONITA*, 2(1), 32. <https://ojs.unanda.ac.id/index.php/bonita/article/view/433>. (diakses 16 April 2024).
- Sumarjan. (2021). Keanekaragaman Jenis Vegetasi di Kawasan Resort Kembang Kuning Kabupaten Lombok Timur. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 1(1), 44-51. E-ISSN 2808-277X; P-ISSN 2808-3598.
- Sunarmo, S., Rahadian, R., Suedy, S. W., Paradika, B., Adistya, B., Wahyudi, F., & Widiartanto, W. (2020). Potensi dan Nilai Ekonomi Cadangan Karbon Pada Area Hijau yang Dikelola Oleh PT. Pertamina (PERSERO) Fuel Terminal Boyolali. *Media Bina Ilmiah*, 15(3). 4201-4216. ISSN 1978-3787 (Cetak). ISSN 2615-3505 (Online).
- Suriansyah, Kasbariah, Wibowo, E. G., Diah, T., Anang, S., Jaini, Gunawan, R. B., Karlina, Pujiyanto, E., & Satriasyah, A. (2007). Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Tarakan Tahun 2007. *Dinas Lingkungan Hidup dan Sumberdaya Alam Kota Tarakan*, 1, 88. <http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=ebook&code=s&view=yes&id=293> (diakses 5 Mei 2023).
- Susilawati, S. (2021). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan. *Electronic Journal Scientific of Environmental Health and Disease*, 2(1), 25-31. <https://doi.org/10.22437/esehad.v2i1.13749>. (diakses 10 Maret 2023).
- Sutaryo, D. (2009). *Perhitungan Biomassa: Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Pohon*. Bogor: Wetlands Internasional Indonesia Programme. <https://www.wetlands.or.id/PDF/buku/Penghitungan%20Biomassa.pdf>. (diakses 16 Februari 2024).
- Suyatman. (2021). Menyelidiki Energi Pada Fotosintesis Tumbuhan *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 134. P-ISSN: 2252-7893 E-ISSN: 2615-7489.
- Syafir, H., Irhamdi, & Pertiwie, I. M. (2020). Analisis Stok Karbon Tanah di Glee

Nipah Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik* 205-207. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/PBiotik/article/view/9426>. (diakses 4 April 2023).

- Tolangara, A., Bahtiar, Tamalene, M. N., Zamzam, Z., Agustang, A. T. P., Ahmad, Z., & Siradjudin, N. (2022). *Buku Ajar Ekologi Kepulauan (Terintegrasi Pendidikan Karakter Kebangsaan)*. Yogyakarta: Rizmedia Pustaka Indonesia. Isbn: 978-623-8050-04-8.
- Thomas, A. (2015). *Panduan Lapangan Identifikasi Jenis Pohon Hutan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. <https://bbksda-riau.id/index.php?r=post-detail&id=173&token=72ea0ee634cf46f97222a9a4be945f96>. (diakses 2 Februari 2023).
- Umar, Syukur. (2020). *Perspektif Ekonomi Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH)*. Yogyakarta: Penerbit DeePublish. ISBN: 978-623-02-1800-2.
- Utbah, Z., Sudiana, E., & Yani, E., (2017). Analisis Biomassa dan Cadangan Karbon Pada Berbagai Umur Tegakan Damar (*Aghatias dammara* (Lamb.) Rich.) di KPH Banyumas Timur. *Scripta Biologica*, 4(2), 119-124. <https://journal.bio.unsoed.ac.id/index.php/scribio/article/view/404>. (diakses 3 Juni 2023)
- Yaqin, N., Rizkiyah, M., Putra, E. A., Suryanti, S., & Febrianto, S. (2022). Estimasi Serapan Karbon pada Kawasan Mangrove Tapak di Desa Tugurejo Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1), 19-29. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i1.38256>. P-ISSN : 2089-3507. E-ISSN: 2550-0015.
- Yuniawati, Dulsalam, & Andini, S. (2022). Potensi Simpanan Karbon dan Emisi CO<sub>2</sub> Akibat Penebangan di Hutan Alam Papua. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 40(2), 61–73. p-ISSN: 0216-4329 e-ISSN: 2442-895.
- Yuningsih, L., Lensari, D., & Milantara, D. N. (2018). Perhitungan Simpanan Karbon Atas Permukaan di Hutan Lindung KPHP Meranti untuk Mendukung Program Redd+ (Calculations Carbon Stock Above Ground in Forest Protected KPHP Meranti to Support the Programs Redd+). *Jurnal Silva Tropika*, 2(3), 77–83. -ISSN 2301 – 4164. E-ISSN 2549 - 5828.
- Yusra, E., & Dahlan. (2021). Kelompok Masyarakat Pesisir Terhadap Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup di Desa Pria Laot Kota Sabang. *AJAD : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 26–37. <https://doi.org/10.35870/ajad.v1i1.5>. p-ISSN: 2527-7111. e-ISSN: 2528-1615.
- Yusra, Y. Y., & Sulistiyowati, H. (2020). Estimasi Stok Karbon Ekosistem Mangrove Pasir Putih Pulau Bawean Desa Sukaoneng. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 5(2), 112-120. <https://doi.org/10.32528/bioma.v5i2.4010>. (diakses 10 Agustus 2023).

- Yusri, A. A., Marjenah, & Kiswanto. (2022). Analysis of The Capability of Urban Forests as CO<sub>2</sub> Gas Absorption and O<sub>2</sub> Gas Supplier in Samarinda City. *JURNAL Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 8(2), 83-98. <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPED/article/view/6921>. (diakses 2 Juli 2024)
- Zakiah, S. N., Wakhid, N., & Nursyamsi, D. (2018). Stratifikasi Simpanan Karbon di atas Permukaan Tanah Pada Lahan Gambut Pasang Surut dan Lebak. *Berita Biologi*, 16(3). <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v16i3.2261>. P-ISSN 0126-1754. E-ISSN 2337-8751.
- Zannah, H., Zahroh, S., R, E., Sudarti & Trapsilo. (2023). Peran Cahaya Matahari Dalam Proses Fotosintesis Tumbuhan. *Cermin: Jurnal Penelitian*, 7(1),204-2014. P-ISSN 2580 – 7781. E-ISSN 2615 – 3238.



## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran 1 : SK Penelitian



**SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**  
 Nomor: B-713/Un.08/FST/KP.07.5/11/2023

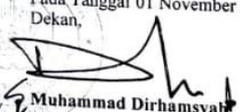
TENTANG

**PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI  
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

**DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

- Menimbang** : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa Prodi Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;  
 b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
 2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;  
 3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;  
 4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;  
 5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;  
 6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;  
 7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;  
 8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;  
 9. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 48 Tahun 2022 Tentang Satuan Biaya Lainnya Tahun Anggaran 2023 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan** : Keputusan Seminar Proposal Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 07 September 2023.
- Menetapkan** :  
**Kesatu** : Menunjuk Saudara:  
 1. **Muslich Hidayat, M. Si** Sebagai Pembimbing I  
 2. **Ayu Nirmala Sari, M. Si** Sebagai Pembimbing II
- Untuk membimbing Skripsi:  
 Nama : **Zahara Afrita**  
 NIM : **190703042**  
 Prodi : **Biologi**  
 Judul Skripsi : **Estimasi Simpanan Karbon Pohon Di Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot Kota Sabang**
- Kedua** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2023/2024 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

**MEMUTUSKAN**

Ditetapkan di Banda Aceh  
 Pada Tanggal 01 November 2023  
 Dekan,  
  
**Muhammad Dirhamsyah**

**Tembusan:**

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

## Lampiran 2 : Surat Penelitian



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
 Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh  
 Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-2724/Un.08/FST-I/PP.00.9/11/2023  
 Lamp : -  
 Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,  
 Kepala Desa Batee Shoek  
 Assalamu'alaikum Wr.Wb.  
 Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **Zahara afnita / 190703042**  
 Semester/Jurusan : IX / Biologi  
 Alamat sekarang : Tungkop, Darussalam

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Estimasi Simpanan Karbon Pohondi Kawasan Wisata Air Terjun Pria Laot Kota Sabang**

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 22 November 2023  
 an. Dekan  
 Wakil Dekan Bidang Akademik dan  
 Kelembagaan,



Berlaku sampai : 31 Desember  
 2023

جامعة الرانيري  
 Yusran, S.Pd., M.Pd.

AR - RANIRY

**Lampiran 3 : Kegiatan Penelitian**



Menuju lokasi penelitian



Air Terjun Pria Laot



Pengecekan pH dan kelembapan Tanah



Pengecekan intensitas cahaya



Pengukuran temperatur



Penarikan garis transek



Penarikan garis plot



Pengukuran DBH



Pengambilan Sampel



Penimbangan sampel



Pembungkusan sampel dengan koran



Pembungkusan dan penomoran sampel



Pengovenan sampel



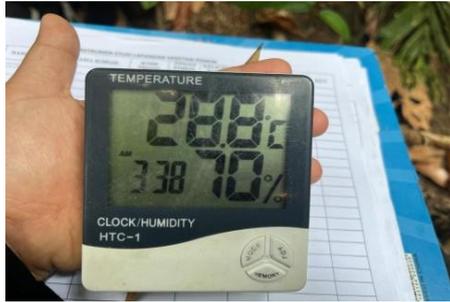
Pengukuran berat kering



Sampel ditimbang berat kering



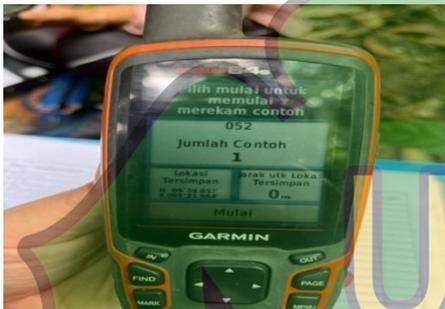
Lampiran 4 : Alat dan Bahan Penelitian



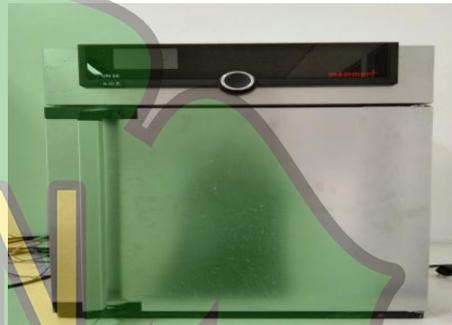
Thermohygrometer



Soil Tester



GPS



Oven



Timbangan



Parang



Meteran Kain



Alat tulis



Kamera



Lux Meter



Kertas Koran



Kertas Plastik



Kertas Label



Tali raffia

جامعة الرانيري  
AR - RANIRY

## Lampiran 5 : Biaya Penelitian

### Daftar Harga Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Harga
1	GPS	Lab
2	Meteran kain	Rp.5.000
3	Alat tulis	Rp.15.000
4	Kamera	Hp
5	Thermohyrometer	Lab
6	Lux Meter	Lab
7	Hagameter	Lab
8	Soil Tester	Lab
9	Parang	Rp.80.000
10	Kertas Plastik	Rp.26.000
11	Oven	Lab
12	Timbangan	Lab
13	Koran	Rp.10.000
14	Lembaran pengamatan	Rp.5.000
15	Kertas label	Rp.8.000
16	Tali raffia	Rp.7.000
Jumlah		Rp. 156.000

### Survey Lapangan Awal

Kegiatan	Unit	Rp	Total
Transportasi Kapal Ulelheu-Balohan (PP)	10	36.000	720.000
Penginapan (3 Kamar x 3 malam)	3	250.000	750.000
Makan (3 kali makan x 10 orang)	10	600.000	2.400.000
Rental Mobil (2 mobil x 4 hari)	2	300.000	2.400.000
Bensin (2 kali isi)	2	250.000	1.000.000
Insentive Dosen	1	800.000	800.000
Insentive Asisten	2	400.000	800.000
Jumlah			8.870.000
Rata-rata			1.267.143

### Penelitian Ulang

Kegiatan	Unit	Rp	Total
Transportasi Kapal Ulelheu-Balohan (PP)	2	Rp. 106.000	212.000
Penginapan (2 Kamar x 2 malam)	2	Rp. 250.000	500.000
Makan (8 kali makan x 2 orang)	2	Rp.160.000	320.000
Bensin (2 kali isi)	1	Rp. 35.000	70.000
Jumlah			1.102.000





Stasiun 2

Plot	Nama Lokal	Nama Ilmiah	T (m)	T (cm)	Kelemb (cm)	F=K/(2*3.14)	D=2r	D <sup>2</sup> /2	r <sup>2</sup>	BB (gr)	BK (gr)	V=πr <sup>2</sup> h	B1=BK/V	W (gr/cm <sup>2</sup> )	W(kg/m <sup>2</sup> )	W(ton/ha)	C=0.5*W (gr)	C=0.5*W (kg)	C=0.5*W (ton)	C=cc/1000*10000/plot	
Plot 1	Gata	<i>Trichilia polifolia</i>	13	1300	67	10,6682981	21,338	306,6409	113,8231	100	67	46662,58	0,0001442	0,048164214	0,481642137	4,81642137	0,240821069	2,408210685	2,408210685		
	lata-latan	<i>Ficus colosa</i>	15	1500	32	5,695541401	10,191	438,0037	25,96454	100	32	12292,99	0,00026167	0,026089348	0,26089348	2,6089348	0,13044672	1,3044672	1,3044672		
	lata-latan	<i>Ficus colosa</i>	10	1000	37	5,891719745	11,783	640,8153	34,71236	100	37	108996,82	0,00033946	0,033928388	0,339283879	3,392838786	0,170641939	1,706419393	1,706419393		
	Madang babuh	<i>Besleria media wightii</i>	21	2100	41	6,53862642	13,057	888,5075	42,02343	100	41	281055,92	0,00044588	0,04456038	0,4456038	4,456038	0,022281892	0,22281892	0,22281892		
	Ara telaga gajah	<i>Ficus auriculata</i>	11	1100	31	4,936305732	9,8726	630,0349	24,6711	100	31	84164,013	0,00026833	0,02683302	0,268330209	2,68330209	0,013416004	1,3416004	1,3416004		
	Luwangan	<i>Ficus hispida</i>	5	500	40	6,96246752	12,739	788,0343	40,5666	100	40	83849,268	0,0002628	0,02629925	0,2629925	2,629925	0,0134962483	1,34962483	1,34962483		
	Ara	<i>Ficus maxima</i>	14	1400	39	6,210191088	12,42	735,5862	38,5647	100	29	169353,22	0,00027105	0,027140656	0,271406557	2,71406557	0,0134962483	1,34962483	1,34962483		
	Malapari	<i>Pongamia pinnata</i>	13	1300	31	4,936305732	9,8726	630,0349	24,6711	100	31	99466,561	0,00021166	0,0211819402	0,211819402	2,11819402	0,0134962483	1,34962483	1,34962483		
	Madapari	<i>Pongamia pinnata</i>	20	2000	27	4,293263057	8,5897	280,6838	18,48452	100	27	116082,8	0,00023259	0,02323259	0,2323259	2,323259	0,0134962483	1,34962483	1,34962483		
	Plot 2	Bstur	<i>Pterocarpium javanicum</i>	6	600	24	3,821656051	7,6433	206,1689	14,60505	100	29	275155,924	0,00010594	0,023900356	0,239003557	2,390035568	0,0120	0,119501778	1,195017784	
Btun		<i>Barringtonia castanea</i>	9	900	93	14,8089172	29,618	7169,183	219,304	100	20	619753,18	0,00032715	0,032491664	0,324916637	3,24916637	0,0127	0,12724832	1,2724832		
Merai		<i>Carallia brachiata</i>	8	800	26	4,140127389	8,2803	254,2579	17,4405	100	21	43057,325	0,00048772	0,04840787	0,48407871	4,8407871	0,0068	0,068209955	0,682099534		
Medigo		<i>Grewia gymnor</i>	6	600	28	4,453598726	8,9172	308,7439	19,8791	100	59	37452,229	0,00157534	0,03550143	0,355014297	3,550142965	0,0268	0,267507148	2,675071483		
Serai		<i>Caraya mitis</i>	5	500	37	5,891719745	11,783	640,8153	34,71236	100	51	54498,408	0,00093581	0,065964745	0,659647449	6,59647449	0,0330	0,32982725	3,29827245		
Pedang		<i>Symbosia ceionica</i>	12	1200	63	10,0184713	20,064	2584,143	100,638	100	41	379203,82	0,00010812	0,0307340928	0,307340928	3,073409278	0,0154	0,153670464	1,536704639		
Plot 3		Medigo	<i>Grewia gymnor</i>	13	1300	61	9,713375796	19,427	2314,699	94,34967	100	35	385135,35	0,00077505	0,02373864	0,237386401	2,373864011	0,0119	0,118693201	1,186932005	
		Serb. huan	<i>Piper aduncum</i>	5	500	34	5,414012739	10,828	513,477	29,31353	100	29	46019,108	0,00063017	0,035993572	0,359935716	3,599357158	0,0178	0,177967858	1,779678579	
		Kerting	<i>Bischofia javanica</i>	18	1800	114	18,15286624	36,306	1222,18	329,5266	100	19	180248,1	0,0001405	0,01314777	0,1314777	1,314777	0,0069	0,06873885	0,6873885	
		Kaca ping	<i>Aniba thernis</i>	5	500	25	3,98089172	7,9618	229,4284	15,84785	100	21	24880,573	0,00064403	0,021300939	0,213009387	2,130093869	0,0107	0,106504693	1,065046935	
	Kerting	<i>Bischofia javanica</i>	27	2700	384	61,14649682	122,29	2943,68	373,8794	100	24	316983,44	0,00013519	0,013452203	0,13452203	1,3452203	0,0123	0,12261015	1,2261015		
	Medigo	<i>Grewia gymnor</i>	15	1500	58	9,23566879	18,471	2080,778	85,29758	100	56	401731,59	0,00013929	0,013904267	0,139042666	1,39042666	0,0160	0,159521335	1,595213348		
	Puang	<i>Archa catechu</i>	12	1200	36	5,732484076	11,465	598,4264	32,86137	100	30	123821,66	0,0002428	0,02456578	0,2456578	2,456578	0,0079	0,079827502	0,798275023		
	Puang	<i>Archa catechu</i>	8	800	47	7,484076533	14,968	1199,356	56,0134	100	23	140700,64	0,00016547	0,02156578	0,215657799	2,156577985	0,0108	0,107828899	1,078288993		
	Serai	<i>Caraya mitis</i>	9	900	31	4,936305732	9,8726	630,0349	24,6711	100	55	68861,465	0,00079971	0,04841312	0,48413128	4,8413128	0,0177	0,177076562	1,770765619		
	Madapari	<i>Pongamia pinnata</i>	6	600	28	4,453598726	8,9172	308,7439	19,8791	100	27	37452,229	0,00072092	0,024483705	0,244837051	2,44837051	0,0122	0,122418525	1,224185255		
Plot 4	Sikun	<i>Arcorpus albis</i>	12	1200	28	4,453598726	8,9172	308,7439	19,8791	100	25	74904,459	0,0003376	0,011335049	0,113350487	1,133504866	0,0057	0,056675243	0,566752433		
	Sikun	<i>Arcorpus albis</i>	19	1900	178	28,34394904	56,688	3927,758	803,3794	100	25	479296,18	0,000253825	0,022538247	0,22538247	2,2538247	0,0113	0,112679124	1,126791235		
	lelebung nipit	<i>Phloeodendron griffithii</i>	22	2200	221	35,1910828	70,382	69239,21	1238,42	100	25	855498,22	0,000251029	0,022510286	0,225102861	2,25102861	0,0111	0,111283143	1,112831431		
	Medigo	<i>Grewia gymnor</i>	15	1500	65	10,35031847	20,701	2804,641	107,1291	100	61	504578,03	0,00012089	0,01296794	0,12967942	1,29679416	0,0186	0,186484971	1,864849708		
	Serai	<i>Caraya mitis</i>	6	600	37	5,891719745	11,783	640,8153	34,71236	100	63	65398,089	0,00066333	0,067904884	0,679048845	6,790488446	0,0340	0,339524422	3,395244223		
	Serai	<i>Caraya mitis</i>	7	700	35	5,573284808	11,146	558,9909	31,0611	100	54	68272,293	0,00019095	0,048199274	0,481992743	4,819927428	0,0241	0,240998621	2,409986214		
	Medang	<i>Litsea monopetala</i>	23	2300	136	21,65605096	43,312	19405,12	468,945	100	33	338706,4	0,00017735	0,020797296	0,20797296	2,0797296	0,0104	0,103996848	1,0399684802		
	Teap	<i>Arcorpus odoratissimus</i>	23	2300	433	68,9914904	137,9	40313,1	475,371	100	28	343331,77	0,000180988	0,018080988	0,180809866	1,80809866	0,0181	0,180904488	1,809044883		
	lata-latan	<i>Ficus colosa</i>	14	1400	132	21,01910828	42,038	17945,19	441,8029	100	32	19421,056	0,0001705	0,033234036	0,332340355	3,323403551	0,0163	0,163020178	1,630201776		
	Medigo	<i>Grewia gymnor</i>	16	1600	71	11,30573248	22,611	334,808	127,8196	100	57	321401,27	0,00017735	0,040592483	0,405924825	4,059248251	0,0203	0,202962413	2,029624126		
Sikun	<i>Arcorpus albis</i>	7	700	16	2,805247771	5,6051	3831,312	785,474	100	24	978980,9	0,0004506	0,01700657	0,170065715	1,70065715	0,0085	0,085038287	0,850382873			
Puang	<i>Archa catechu</i>	4	400	31	4,936305732	9,8726	630,0349	24,6711	100	27	33538,917	0,00050412	0,022353041	0,223530413	2,235304132	0,0112	0,111762907	1,117629066			
Puang	<i>Archa catechu</i>	9	900	28	4,453598726	8,9172	308,7439	19,8791	100	23	56178,344	0,00040941	0,013904326	0,139043264	1,390432635	0,0070	0,069521632	0,695216318			



**Lampiran 7 : Data Penelitian Biomassa dan Karbon Jenis Pohon**

Family	Nama		Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
	Lokal	Ilmiah		
Anacardiaceae	Terentang	<i>Componosperma auricalatum</i>	2,658	1,329
	Kedondong	<i>Spondias dulcis</i>	5,349	2,674
Apocynaceae	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	5,510	2,755
			4,380	2,190
			9,890	4,945
			4,945	2,4725
Arecaceae	Pinang	<i>Areca catechu</i>	1,589	0,794
			2,156	1,078
			2,235	1,117
			1,390	0,695
			3,365	1,682
			2,986	1,493
			3,678	1,839
			1,800	0,900
			0,238	0,119
			19,437	9,717
	2,159666667	1,079666667		
	5,852	2,926		
	4,543	2,271		
	6,596	3,298		
	5,884	2,992		
	3,541	1,770		
	6,790	3,395		
	Sarai A R - <i>Caryota mitis</i>	4,819	2,409	
	5,507	2,753		
	3,856	1,928		
1,614	0,807			
4,273	2,136			
53,275	26,685			
4,843181818	2,425909091			
Calophyllaceae	Marila	<i>Marila laxiflora</i>	3,19	1,593
Euphorbiaceae	Sala	<i>Conceveiba guinensis</i>	4,570	2,285
			1,355	0,677
			2,623	1,311
			2,587	1,293
			11,135	5,566
			2,78375	1,3915

	Jelantung pipit	<i>Pimelodendron griffthianum</i>	4,272	2,136
			2,257	1,128
			6,529	3,264
			3,2645	1,632
	Kerinjing	<i>Bischofia javanica</i>	1,371	0,685
			2,452	1,226
			1,567	0,783
			2,046	1,023
			1,371	0,683
			8,807	4,400
			1,7614	0,880
	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	6,869	3,434
	Gatak	<i>Flemingia strobilifera</i>	2,809	1,404
			3,068	1,534
			5,877	2,938
			2,9385	1,469
	Kaca piring	<i>Andira inermis</i>	2,130	1,065
			4,589	2,294
			6,719	3,359
			3,3595	1,6795
Fabaceae	Malapari	<i>Pongamia pinnata</i>	5,719	2,859
			4,318	2,159
			1,381	0,690
			0,718	0,359
			2,248	1,224
			3,245	1,622
			17,629	8,913
			3,5258	1,7826
	Panama	<i>Platymiscum pinnatum</i>	1,465	0,732
			1,594	0,797
			2,283	1,141
			9,586	4,793
			8,007	4,003
			2,00175	1,00075
Gnetaceae	Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	0,658	3,129
			5,350	2,675
			2,373	1,186
			3,190	1,595
			3,729	1,864
			4,059	2,029

			3,632	1,816
			4,129	2,064
			1,857	0,928
			28,977	17,286
			3,219666667	1,920666667
Lauraceae	Madang babulu	<i>Beilschmia wightii</i>	1,345	0,672
	Medang	<i>Litsea monopetala</i>	2,079	1,030
Lecythidaceae	Butun	<i>Barringtona asiatica</i>	2,544	1,272
	Putat sungai	<i>Barringtona racemosa</i>	3,108	1,550
Malvaceae	Bayur	<i>Pterospermum javanicum</i>	2,390	1,195
	Kepayang	<i>Pterygota alata</i>	3,376	1,688
			1,403	0,701
			4,779	2,389
			2,3895	1,1945
	Paliasa	<i>Sterculia tragacantha</i>	1,703	0,851
Meliaceae	Gaita	<i>Trichilia pallida</i>	4,816	2,408
Moraceae	Ara	<i>Ficus maxima</i>	1,384	0,692
	Ara tandan	<i>Ficus racemosa</i>	2,530	1,265
	Ara telinga gajah	<i>Ficus auriculata</i>	2,233	1,115
			1,633	0,816
			3,866	1,931
	Awar-awar	<i>Ficus septica</i>	1,933	0,9655
	Ilat-ilatan	<i>Ficus callosa</i>	2,081	1,040
			1,260	0,630
			2,392	1,196
			3,252	1,626
			6,904	3,452
2,301333333			1,150666667	
1,085			0,540	
Keluwih	<i>Artocarpus camansi</i>	3,367	1,683	
		3,123	1,561	
		5,429	2,714	
		2,124	1,062	
		1,827	0,913	
		15,87	7,933	
		3,174	1,5866	
Luwingan	<i>Ficus hispida</i>	3,367	1,683	
		3,123	1,561	
		5,429	2,714	
		2,124	1,062	
		1,827	0,913	
		15,87	7,933	
		3,174	1,5866	

	Sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	1,133	0,566
			2,253	1,126
			1,700	0,850
			5,086	2,542
			1,695333333	0,847333333
	Terap	<i>Artocarpus odoratissimus</i>	3,618	1,800
Myrtaceae	Deawandaru	<i>Eugenia anastomosans</i>	4,718	2,350
	Jambu bol	<i>Syzygium malacanse</i>	6,541	3,270
			5,790	2,895
	Jambu mawar	<i>syzygium jambosa</i>	7,304	3,652
			13,094	6,547
			6,547	3,2735
Olacaceae	Petaling	<i>Strombosia ceylanica</i>	3,073	1,536
			3,725	1,862
			6,798	3,398
			3,399	1,699
Oxalidaceae	Belimbing hutan	<i>Averhoa blimbi</i>	3,456	1,728
Piperaceae	Sirih hutan	<i>Piper aduncum</i>	3,559	1,179
			3,559	1,779
			3,356	1,678
			10,474	4,636
			3,491333333	1,545333333
Rhizophoraceae	Menzai	<i>Carilia brachiata</i>	1,364	0,682

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Zahara Afnita
2. Tempat/Tanggal Lahir : Mesjid Baro/21 Mei 2001
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Agama : Islam
5. Kabupaten : Pidie
6. Status/NIM : Mahasiswa/190703042
7. Alamat : Gampong Mesjid Baro, Kecamatan  
Indrajaya, Kabupaten Pidie, Aceh
8. Nama Orang Tua
  - a. Ayah : Ismail Hasan
  - b. Ibu : Elvidar
  - c. Pekerjaan : Petani
  - d. Alamat Orang Tua : Gampong Mesjid Baro, Kecamatan  
Indrajaya, Kabupaten Pidie, Aceh
9. Riwayat Pendidikan
  - a. Sekolah Dasar : SD Negeri 2 Bluek Grong-grong
  - b. SMP : SMP Negeri 2 Indrajaya
  - c. SMA : MAN 1 Pidie
  - d. Perguruan Tinggi : Prodi Biologi, Fakultas Sains dan  
Teknologi, Universitas Islam Negeri  
Ar-Raniry

Banda Aceh, 31 Mei 2024

Zahara Afnita