

**ANALISIS SIMPANAN KARBON TEGAKAN *Rhizophora* spp. DAN
SEDIMEN KOMUNITAS MANGROVE DI PANTAI KURI CADDI,
KABUPATEN MAROS**

SKRIPSI



FAJAR ARIYANTI

H041 19 1097

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**ANALISIS SIMPANAN KARBON TEGAKAN *Rhizophora* spp. DAN
SEDIMEN KOMUNITAS MANGROVE DI PANTAI KURI CADDI,
KABUPATEN MAROS**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
pada program studi Strata Satu (S1) pada Departemen Biologi, Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin*



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS SIMPANAN KARBON TEGAKAN *Rhizophora* spp. DAN
SEDIMEN KOMUNITAS MANGROVE DI PANTAI KURI CADDI,
KABUPATEN MAROS**

Disusun dan diajukan oleh

FAJAR ARIYANTI

H041 19 1097

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin pada tanggal 24 Juli 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Drs. Muh. Ruslan Umar, M. Si.
NIP. 19630222 198903 1 003

Pembimbing Pertama



Drs. H. Muhtadin Asnady S., M. Si.
NIP. 19621207 198803 1 003

Ketua Program Studi



Dr. Magdalena Litaay, M. Sc.
NIP. 19640929 198903 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar Ariyanti

NIM : H041191097

Program Studi : Biologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul:

**ANALISIS SIMPANAN KARBON TEGAKAN *Rhizophora* spp. DAN
SEDIMEN KOMUNITAS MANGROVE DI PANTAI KURI CADDI,
KABUPATEN MAROS**

Adalah karya ilmiah saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2023



Fajar Ariyanti

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada Ilahi Robbi, Gusti Allah Subhanahu wa ta'ala yang selalu memberikan arah mata angin dan uluran kesabaran sehingga Skripsi dengan judul “**Analisis Simpanan Karbon Tegakan *Rhizophora* spp. dan Sedimen Komunitas Mangrove di Pantai Kuri Caddi, Kabupaten Maros**” ini dapat terselesaikan. Salam kehangatan dan sholawat kasih sayang penulis haturkan kepada Baginda Rasulullah Salallahu ‘alaihi wassalam, panutan umat manusia yang selalu berhasil menjadi fajar, penerang atas gelapnya dunia ini.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi sarjana Strata Satu (S1) di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Hasanuddin. Perjalanan dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan dorongan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Keluargaku tercinta, utamanya kepada Ibunda Jumilah dan Ayahanda Budi Riyanto (alm). yang telah mendidik, mendoakan, dan mengusahakan yang terbaik untuk putrinya.
- Kepada Bapak dr. Warsinggih, S.pB-KBD dan Ibu drg. Andi Marhamah, M. Kes. yang telah menjadi orang tua penulis ketika di perantauan.
- Kepada Abangda penulis, Tunjung Pratomo, S.Kep., Dr. Januar Ariyanto, S.KM., M.Kes., dan Risky Yulianto yang telah banyak mengajarkan adik bungsunya menjadi manusia yang kuat dan pantang menyerah, dan kepada keponakan yang lucu, Yusuf Abhimanyu serta Gania Azkia Pratomo terkasih.

- Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Hasanuddin, Bapak Dr. Eng. Amiruddin, M. Si., beserta seluruh staf.
- Ketua Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc., beserta Bapak Ibu dosen yang telah mencurahkan ilmunya sekaligus sebagai orang tua selama penulis berada di bangku perkuliahan.
- Drs. Muhammad Ruslan Umar, M.Si. dan Drs. H. Muhtadin Asnady Salam, M.Si. selaku Bapak pembimbing skripsi, dan orang tua penulis yang senantiasa memberikan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
- Dr. Eva Johannes, M.Si. selaku Ibu penasihat akademik sekaligus dosen penguji Seminar Skripsi juga Drs. Asadi Abdullah, M.Si. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas saran dan masukan selama pengerjaan skripsi ini.
- Ucapan terima kasih kepada Blue Forest yang telah memfasilitasi alat-alat lapangan serta Kepala Dusun Kuri Caddi serta masyarakat yang telah menerima baik kedatangan peneliti.
- Ucapan terima kasih kepada tim lapangan: Kanda Saifullah Abdul Rasyid, Kanda Islah Majid, Abdul Hayat, Sulfikar, Zulfiqar Lukman S.Si, Kasmi T., S.Si., Nuril Mutmainna, S.Si., Dian Wana Lestari, Sita, Fausia, Lusiana, dan Nurul Amalia. Kepada Kanda Salman Al Farisi, S.Si., terima kasih telah menyisipkan keberanian dalam memulai dan mengakhiri kepenulisan ini.
- Teman-teman seperjuangan Biologi (2019) terkhusus kepada Biotigris'19 yang telah memberi banyak warna kepada penulis selama menjalankan perkuliahan.

- Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Biologi (Himbio) Unhas dan Peace Generation Makassar yang telah menjadi wadah untuk tumbuh dan memberi pengalaman berorganisasi bagi penulis.
- Teman-teman KKNT 108 Takalar 14, terkhusus kepada Nor Atikah Syahirah, S.Si. dan Muhammad Akbar yang telah menemani penulis selama dan setelah berada di tempat KKN.
- Kepada saudari-saudariku tercinta, “On Going Tahsin”: Nurul Rifqah Fakhira, Dian Wana Lestari, Nurkhalisa Amati, Nuril Mutmainna, Nur Azizah Ibrahim, Apriliyani, Sita, Fausia, dan Nurul Amalia yang selalu berhasil menjadi tempat pulang di kala hidup serampangan. Terima kasih, #UtangRasa.

Kepada seluruh pihak yang tak bisa disebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih atas segala yang bermanfaat bagi penulis selama menjalani perkuliahan, utamanya saat proses penyusunan skripsi ini. Terdapat kemungkinan dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan yang penulis tidak sadari, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang konservasi sumber daya alam.

Makassar, Juli 2023

Fajar Ariyanti

ABSTRAK

FAJAR ARIYANTI : Analisis Simpanan Karbon Tegakan *Rhizophora* spp. dan Sedimen Komunitas Mangrove di Pantai Kuri Caddi, Kabupaten Maros.

Pembimbing utama: Drs. Muhammad Ruslan Umar, M. Si.

Pembimbing pertama: Drs. Muhtadin Asnady Salam, M. Si.

Penelitian Analisis Simpanan Karbon Tegakan *Rhizophora* spp. dan Sedimen Komunitas Mangrove di Pantai Kuri Caddi, Kabupaten Maros, telah dilakukan pada bulan Desember 2022-Maret 2023 yang bertujuan untuk mengetahui simpanan karbon, korelasi diameter dengan biomassa, simpanan karbon, serapan CO₂ tegakan *Rhizophora* spp, dan sedimen komunitas mangrove di Pantai Kuri Caddi, Kabupaten Maros. Data yang dikumpulkan adalah jenis mangrove, jumlah setiap jenis, diameter batang, habitus tegakan, sedimen, dan beberapa parameter lingkungan. Pengambilan data tegakan dilakukan dengan metode analisis vegetasi non destruktif-floristika dengan menggunakan transek-plot 100 m, plot berukuran 10 x 10 m, 5 x 5 m, dan 2x2 m. Pengambilan sedimen mangrove menggunakan metode *purposive sampling* dengan *core* sedimen. Analisis data biomassa tegakan menggunakan rumus alometrik, dan analisis sedimen dengan metode *Loss of Ignition* yang mencakup kandungan bahan organik total, karbon organik, tekstur sedimen, dan densitas tanah. Hasil penelitian menunjukkan simpanan karbon tegakan *Rhizophora* spp., pada Stasiun I (mangrove alami 3,93 ± 0.71 ton/ha) lebih tinggi dari pada Stasiun II (mangrove rehabilitasi 3.16 ± 0.52 ton/ha). Hasil uji regresi menunjukkan antara diameter tegakan mangrove *Rhizophora* spp. dengan biomassa, simpanan karbon, dan serapan CO₂-nya berkorelasi kuat. Walaupun simpanan karbon tegakan *Rhizophora* spp pada Stasiun I lebih tinggi dari pada Stasiun II, namun simpanan karbon sedimen pada Stasiun II (1.249,0 ± 112.8 ton/ha) yang bersubstrat lempung-debu dan lempung liat lebih tinggi dari pada Stasiun I (836,0 ± 357,5 ton/ha) yang bersubstrat lempung berpasir.

Kata kunci: *Rhizophora*, tegakan, sedimen, simpanan karbon

ABSTRACT

FAJAR ARIYANTI: Carbon Stock Analysis of *Rhizophora* spp. Stands and Sediments in Mangrove Communities at Kuri Caddi Beach, Maros Regency.

Main supervisor: Drs Muhammad Ruslan Umar, M. Si.

First supervisor: Drs Muhtadin Asnady Salam, M. Si.

Research on Carbon Stock Analysis of *Rhizophora* spp. stands and Mangrove Community Sediments at Kuri Caddi Beach, Maros Regency was conducted in December 2022-March 2023 to estimate carbon stocks, correlation of diameter with biomass, carbon storage, CO₂ uptake of *Rhizophora* spp stands, and mangrove community sediments at Kuri Caddi Beach, Maros Regency. Data collected were mangrove species, number of each species, stem diameter, stand habitus, sediment, and several environmental parameters. Sampling of mangrove stands was done by a non destructive-floristic vegetation analysis method. Data were collected using transect-plots with a length of 100 m, plots measuring 10 x 10 m, 5 x 5 m, and 2x2 m. Sampling of mangrove sediments was done by purposive sampling method by using sediment core. Biomass stands data were analyzed using the allometric formula, and data of sediments analysed by *Loss of Ignition* method included total organic matter content, organic carbon, sediment texture, and soil density. The results show that carbon storage of *Rhizophora* spp. stands at Station I (natural mangrove area 3,93 ± 0.71 tonnes/ha) is higher than Station II (rehabilitated mangrove 3.16 ± 0.52 tonnes/ha). Regression test results show that the diameter of *Rhizophora* spp. mangrove stands with biomass, carbon storage, and CO₂ sequestration are strongly correlated. Although the carbon storage of *Rhizophora* spp. stands at station I is higher than Station II, the sediment carbon storage at Station II (1,249.0 ± 112.8 tonnes/ha) which have a clay-dust and clay loam substrate is higher than station I (836.0 ± 357.5 tonnes/ha) which have a sandy loam substrate.

Key words: *Rhizophora*, stand, sediment, carbon stock

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Skripsi	ii
Pernyataan Keaslian	iii
Kata Pengantar	vi
Abstrak	vii
Abstract	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Lampiran	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Tujuan Penelitian	3
I.3. Manfaat Penelitian	4
I.4 Waktu dan Lokasi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Ekosistem Mangrove	5
II.2 Mangrove <i>Rhizophora</i>	7
II.2.1 Deskripsi Bakau Minyak <i>Rhizophora apiculata</i> Blume	8
II.2.2 Deskripsi Bakau Hitam <i>Rhizophora mucronata</i> Lmk.....	9
II.2.3 Deskripsi Bakau <i>Rhizophora stylosa</i> Griff.	9
II.3 Siklus Karbon	10

II.4 Upaya Penyerapan Karbondioksida	12
II.5 Kondisi Pantai Kuri Caddi	13
II.6 Metode Estimasi Stok Karbon pada Tegakan dan Sedimen Mangrove	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
III.1 Alat dan Bahan.....	15
III.2 Tahapan Penelitian.....	15
III.2.1 Survei Lokasi.....	15
III.2.2 Penentuan Stasiun dan Titik <i>Sampling</i>	17
III.2.3 Metode dan Prosedur Pengumpulan Data	17
III.2.4 Analisis Data	20
III.2.4.1 Kerapatan Mangrove <i>Rhizophora</i> spp.	20
III.2.4.2 Biomassa Tegakan <i>Rhizophora</i> sp.....	20
III.2.4.3 Simpanan Karbon Tegakan <i>Rhizophora</i> sp	21
III.2.4.4 Simpanan Total Karbon Tegakan per Hektar	21
III.2.4.5 Serapan Karbondioksida.....	22
III.2.4.6 Hubungan Diameter dengan Biomassa, Simpanan Karbon dan Serapan Karbondioksida (CO ₂)	22
III.2.4.7 Analisis Sedimen	23
III.3 Analisis dan Interpretasi Hasil Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
IV.1 Letak Geografis Lokasi Penelitian.....	27
IV.2 Diameter, Biomassa, Simpanan Karbon, dan Serapan CO ₂ Tegakan <i>Rhizophora</i> spp. pada Area Alami dan Rehabilitasi.....	28
IV.3 Hubungan Diameter dengan Biomassa Tegakan <i>Rhizophora</i> spp. pada Area Alami dan Rehabilitasi	33

IV.4 Hubungan Diameter dengan Simpanan Karbon Tegakan <i>Rhizophora</i> spp. pada Area Alami dan Rehabilitasi	36
IV.5 Hubungan Diameter dengan Serapan CO ₂ Tegakan <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun I dan Stasiun II.....	38
IV.6 Kerapatan Mangrove <i>Rhizophora</i> spp. di Area Alami dan Rehabilitasi Pantai Kuri Caddi, Kabupaten Maros.....	40
IV.7 Parameter Kualitas Lingkungan.....	42
IV.8 Bahan Organik Total (BOT), Karbon Organik, dan Densitas Tanah (<i>Bulk Density</i>) Pada Stasiun I dan Stasiun II	45
IV.9 Simpanan Karbon dan Serapan CO ₂ Sedimen Mangrove pada Stasiun I (Mangrove alami) dan stasiun II (Mangrove Rehabilitasi)	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
V.1 Kesimpulan	50
V.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

TABEL		Halaman
1.	Kriteria baku status kerusakan mangrove	20
2.	Rumus allometrik estimasi biomassa tegakan mangrove marga <i>Rhizophora</i>	21
3.	Nilai rata-rata diameter, biomassa, simpanan karbon, dan serapan karbondioksida <i>Rhizophora</i> spp. pada stasiun I dan stasiun II	32
4.	Hasil uji korelasi regresi linear antara rata-rata diameter tegakan dengan biomassa <i>Rhizophora</i> spp. pada stasiun I dan stasiun II	34
5.	Hasil uji korelasi regresi linear antara rata-rata diameter tegakan dengan simpanan karbon <i>Rhizophora</i> spp. pada stasiun I dan stasiun II	37
6.	Hasil uji korelasi regresi linear antara rata-rata diameter tegakan dengan serapan CO ₂ <i>Rhizophora</i> spp. pada stasiun I dan stasiun II	39
7.	Kerapatan tegakan <i>Rhizophora apiculata</i> dan <i>Rhizophora mucronata</i> pada stasiun penelitian	41
8.	Parameter kualitas perairan pada lokasi penelitian	42
9.	Nilai rata-rata bahan organik total, karbon organik, dan densitas tanah di stasiun I dan II	45
10.	Simpanan karbon dan serapan CO ₂ sedimen mangrove pada stasiun I (mangrove alami) dan stasiun II (mangrove rehabilitasi) ...	47

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR		Halaman
1	A) Morfologi penuh, (B) Akar, (C) Daun, (D) Bunga, (E) Buah, (F) Propagul <i>Rhizophora apiculata</i>	8
2	(A) Akar, (B) Daun, (C) Propagul, (D) Bunga <i>Rhizophora mucronata</i>	9
3	(A) Bunga, (B) Propagul, dan (C) Daun <i>Rhizophora stylosa</i>	10
4	Peta lokasi dan stasiun penelitian.....	16
5	Model transek kombinasi plot kuadrat (transek-plot) yang digunakan dalam penelitian.....	18
6	Teknik pengukuran lingkaran batang pada vegetasi mangrove.....	18
7.	Grafik rata-rata diameter, biomassa karbon, simpanan karbon, dan serapan karbondioksida pada stasiun I.....	29
8.	Grafik rata-rata diameter, biomassa, simpanan karbon, dan serapan CO ₂ pada stasiun II.....	28
9.	Grafik persentase komposisi tingkat habitus mangrove <i>R. apiculata</i> dan <i>R. mucronata</i> pada stasiun I dan stasiun II	30
10.	Grafik garis regresi linear hubungan antara rata-rata diameter dengan biomassa pada stasiun I (kiri) dan II (kanan)	33
11.	Grafik garis regresi linear sederhana hubungan rata-rata diameter tegakan dengan simpanan karbon <i>Rhizophora</i> spp. pada stasiun I (kiri) dan stasiun II (kanan)	36
12.	Grafik garis regresi linear hubungan rata-rata diameter tegakan dengan serapan karbondioksida <i>Rhizophora</i> spp. pada stasiun I (kiri) dan stasiun II (kanan)	38
13.	Simpanan karbon dan serapan CO ₂ sedimen pada stasiun I (mangrove alami) dan stasiun II (mangrove rehabilitasi)	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Dokumentasi Kegiatan pada Lokasi Penelitian di Dusun Kuri Caddi ..	57
2 (a) Stasiun I. (Mangrove alami), dan (b) Stasiun II (mangrove rehabilitasi).....	57
3 Penarikan Transek-Plot.....	57
4 Pendataan Tegakan <i>Rhizophora</i> spp. dan Dokumentasi Tim.....	57
5 Pengambilan sedimen mangrove dan pengambilan parameter kualitas lingkungan.....	58
6 Dokumentasi Laboratorium Tanah.....	58
7 Skema Kerja Analisis Karbon Organik.....	59
8 Hasil Pengujian Tekstur dan Densitas Tanah.....	61
9 Lampiran Data Lapangan.....	61
13 Data Lapangan Stasiun I (Area Alami)	61
14 Data Lapangan Stasiun II (Area Rehabilitasi)	61
15 Hasil analisis regresi hubungan antara diameter dengan biomassa tegakan <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun I.....	62
16 Garis regresi hubungan antara diameter dengan biomassa tegakan <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun I.....	62
17 Hasil analisis regresi hubungan antara diameter dengan biomassa tegakan <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun II.....	62
18 Garis regresi hubungan antara diameter dengan biomassa tegakan <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun II	63
19 Hasil analisis regresi hubungan antara diameter dengan simpanan karbon <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun I.....	63
20 Garis regresi hubungan antara diameter dengan simpanan karbon <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun I.....	63
21 Hasil analisis regresi hubungan antara diameter dengan simpanan karbon <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun II.....	64

22	Garis regresi hubungan antara diameter dengan simpanan karbon <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun II.....	64
23	Hasil analisis regresi hubungan antara diameter dengan serapan CO ₂ <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun I.....	64
24	Garis regresi hubungan antara diameter dengan serapan CO ₂ <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun I.....	65
25	Hasil analisis regresi hubungan antara diameter dengan serapan CO ₂ <i>Rhizophora</i> spp. pada Stasiun II.....	65
26	Garis regresi hubungan antara diameter dengan serapan CO ₂ <i>Rhizophora</i> spp. Stasiun II.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Aktivitas antropogenik seiring dengan meningkatnya revolusi industri di awal abad 18 merupakan titik awal semakin meningkatnya aktivitas di Bumi, yang menyebabkan peningkatan konsentrasi karbon di atmosfer melalui pembakaran bahan bakar fosil (BBF) yang menghasilkan karbon dioksida (CO₂) dan gas lainnya ke atmosfer. Berdasarkan laporan dari IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) tahun 2014, aktivitas manusia dalam kegiatan industri dan pertanian sejak pertengahan abad 19 telah meningkatkan produksi gas rumah kaca (GRK), seperti karbondioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrogen oksida (N₂O) yang berdampak pada kenaikan temperatur udara 0,6 - 0,9° C pada tahun 1906 - 2006 (Haryanto & Prahara, 2019).

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dunia dan usaha pemenuhan kebutuhannya maka telah terjadi eksploitasi sumber daya alam yang semakin lama semakin meningkat yang menghasilkan limbah gas berupa CO₂. Gas CO₂ menjadi hampir 75% sebagai kontributor terbesar dalam pemanasan global. Emisi CO₂ menjadi semakin sulit dikontrol karena 40% CO₂ akan tersisa di atmosfer selama 100 tahun, 20% CO₂ akan menetap di atmosfer selama 1000 tahun, dan 10%-nya akan meninggalkan atmosfer (Kula *et al.*, 2021). Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer bumi, khususnya CO₂ berdampak pada perubahan terhadap iklim, peningkatan permukaan air laut, intensitas kebakaran hutan, meningkatkan intensitas El-nino dan El-nina, serta gangguan lainnya terhadap

ekosistem yang dapat menyebabkan bencana. Menurut (Shahzad, 2015) dampak tersebut dapat dilihat dan dirasakan pula pada naiknya permukaan laut 0,17meter selama abad ke-20. Lebih lanjut menurut (Khan *et al.*, 2022), telah terjadi pengurangan kawasan Samudra Arktik 2,7% per dekade sejak 1978.

Mangrove merupakan tumbuhan wilayah pesisir yang khas, selalu hijau sepanjang tahun dan memiliki potensi besar dalam penyerapan karbon dari atmosfer, sehingga sangat berpotensi dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam upaya mengatasi permasalahan pemanasan global. Salah satu upaya pencegahan peningkatan CO₂ di atmosfer dapat dilakukan melalui *carbon sequestration*, yaitu penangkapan dan penyimpanan karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer dalam jangka waktu yang lama. Ekosistem mangrove tidak hanya menyimpan karbon di bagian tumbuhannya, tetapi juga akan tersimpan karbon di sedimen tempat tumbuhnya (Overbeek, 2014; Ihsan *et al.*, 2016). Hutan mangrove mampu menyimpan karbon sebesar 45-856 megagram per hektar, dan dalam skala global dapat mengakumulasi karbon sebanyak 6,2-11,7 pentagram. Simpanan karbon pada hutan mangrove ternyata tiga kali lebih besar daripada simpanan karbon di ekosistem hutan terestrial lainnya (Lestariningsih *et al.*, 2018; Ouyang & Lee, 2020).

Kondisi ekosistem mangrove di Indonesia yang seharusnya dapat menjadi pusat sekuestrasi karbon justru mengalami degradasi dari tahun ke tahun, tak terkecuali di Sulawesi Selatan yang mengalami kerusakan ±49,8% (BPS, 2019). Salah satu daerah pesisir Sulawesi Selatan yang ditumbuhi vegetasi mangrove dan telah mengalami kerusakan adalah mangrove di Dusun Kuri Caddi, Desa Nisombalia, Kabupaten Maros. Berdasarkan penelitian (Haryanto *et al.*, 2020),

Dusun Kuri Caddi memiliki luasan hutan mangrove 123,30 hektar di tahun 2016, menurun menjadi 118,30 hektar di tahun 2018. Dusun Kuri Caddi hanya berjarak sekitar ± 7 km dari Bandara Internasional Sultan Hasanuddin, Makassar yang dapat dijadikan lokasi strategis dalam penyerapan karbon akibat aktivitas yang dilakukan manusia. Selain itu, berdasarkan penelitian Rajab *et al.*, (2021) bahwa hutan mangrove di Kuri Caddi memiliki potensi untuk dijadikan sebagai ekowisata.

Selama ini *monitoring* stok karbon di Dusun Kuri Caddi hanya dilakukan pada tegakannya melalui Citra Sentinel-2A yang hasilnya belum terlalu akurat akibat resolusi yang rendah (Waru *et al.*, 2022). Berdasarkan pada uraian di atas dan urgensinya hutan mangrove dalam penyerapan karbon, maka sangat penting untuk dilakukan penelitian estimasi simpanan karbon, baik *carbon above ground* dan *carbon underground*. Oleh karena itu, untuk menambah informasi data simpanan karbon, khususnya di Pantai Kuri Caddi, maka dilakukannya penelitian ini sekaligus sebagai data dalam mitigasi perubahan iklim.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk melihat perbedaan potensi komunitas hutan mangrove alami dan rehabilitasi dalam mengakumulasi karbon, dengan tujuan untuk mengetahui:

- Simpanan karbon dan korelasi diameter dengan biomassa, simpanan dan serapan CO₂ tegakan *Rhizophora* spp. di Pantai Kuri Caddi, Kabupaten Maros.
- Simpanan karbon dan serapan karbondioksida sedimen pada komunitas mangrove di Pantai Kuri Caddi, Kabupaten Maros.

I.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan sumber informasi tentang data jumlah simpanan karbon pada tegakan *Rhizophora* spp. dan sedimen mangrove Pantai Kuri Caddi, Maros. Sumber data tersebut nantinya diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengelolaan vegetasi mangrove untuk mitigasi perubahan iklim.

I.4 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan data tegakan *Rhizophora* spp. dan sedimen dilakukan pada bulan Desember 2022 - Januari 2023 di Pantai Dusun Kuri Caddi, Desa Nisombalia, Kecamatan Marusu, Kabupaten Maros. Untuk analisis karbon sedimen dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai Fakultas Kelautan dan Ilmu Perikanan. Analisis *bulk density* dan tekstur sedimen dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian. Analisis dan interpretasi data dilakukan di Laboratorium Ilmu Lingkungan dan Kelautan, Departemen Biologi, Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan kesatuan antara mangrove, fauna, dan organisme lain yang saling berinteraksi terhadap lingkungannya. Secara geografis, ekosistem mangrove merupakan komunitas pantai tropis yang terpengaruh oleh pasang surut air laut dan letaknya berada di sekitar muara, sungai, laguna, dan pantai yang terlindung substrat lumpur maupun lumpur berpasir (Prihadi *et al.*, 2018). Karakteristik yang membedakan hutan mangrove dengan ekosistem lainnya adalah sebagai berikut (Prihadi *et al.*, 2018).

- Memiliki salinitas air 2-38/ppt dan terlindung dari gelombang besar serta arus pasang surut yang kuat.
- Hidup pada daerah yang tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari maupun hanya saat pasang purnama.
- Umumnya tumbuh pada daerah intertidal dengan kondisi tanah berpasir, berlumpur, maupun berlempung.
- Mendapatkan pasokan air tawar yang cukup dan umumnya dekat dengan aliran sungai.

Keberadaan ekosistem mangrove sangat penting dalam mitigasi bencana dan perubahan iklim dan telah menjadi pendukung berbagai jasa ekosistem di sepanjang garis pantai (Senoaji, 2016). Ekosistem mangrove juga menjadi ekosistem yang berdampak bagi kesejahteraan manusia karena dapat menjadi sumber mata pencaharian, sumber bahan bangunan dan kerajinan, tempat wisata alam, objek

pendidikan, penelitian, tempat budidaya pertambakan dan pembuatan garam (Rahim & Baderan, 2017). Secara ekologis, ekosistem mangrove memiliki peranan sebagai pelindung garis pantai dan dapat mencegah intrusi air laut ke daratan. Bagi biota perairan, ekosistem mangrove menjadi tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat asuhan dan pembersaran (*nursery ground*), serta tempat pemijahan telur (*spawning ground*) seperti berbagai jenis ikan, udang, kerang, dan berbagai jenis fauna invertebrata lainnya (Prihadi *et al.*, 2018).

Sebagai salah satu ekosistem paling produktif, ekosistem mangrove menjadi garda terdepan dalam penyerapan dan penyimpanan karbon atmosfer. Dengan luas ekosistem mangrove di Indonesia yang mencapai 25% luas ekosistem mangrove dunia (4,2 juta hektar), Indonesia berpotensi besar dalam mengurangi emisi karbon dunia. Stok karbon global rata rata yang disimpan oleh ekosistem mangrove adalah 956 Mg C ha^{-1} , jauh lebih tinggi daripada hutan hujan tropis, rawa gambut, rawa asin, dan padang lamun (Yaqin *et al.*, 2022).

Mangrove memiliki kemampuan yang baik dalam menghasilkan dan menyerap karbondioksida sehingga berperan penting dalam siklus karbon global. Terjadi aliran dua arah dalam perjalanan karbon dari atmosfer ke vegetasi, yaitu pengikatan CO_2 ke dalam biomassa melalui fotosintesis, dan pelepasan CO_2 ke atmosfer melalui proses respirasi, pembakaran, dan dekomposisi. Proses penyerapan karbon dari atmosfer melalui fotosintesis dan penyimpanannya berupa biomassa dalam stok karbon membentuk rosot (*sink*) karbon (Ulqodry *et al.*, 2020).

Ekosistem mangrove dapat mengakumulasi karbon melalui biomassa batang, daun, ranting, tumbuhan yang telah mati hingga sedimen (Jennerjahn *et al.*,

2017). Sementara, berdasarkan (Lestariningsih *et al.*, 2018), simpanan karbon di tegakan lebih besar (12.370, 8 ton C/ha) daripada simpanan karbon di sedimennya (1.307,77 ton C/ha). Berbeda halnya dengan hasil penelitian (Yaqin *et al.*, 2022) bahwa simpanan karbon terbesar ada di sedimen mangrove (760,908 tonC/ha), disusul simpanan karbon di tegakan (399,6 ton C/ha), dan serasah (8,19 ton/ha/hari).

II.2 Mangrove *Rhizophora*

Di Indonesia, tercatat setidaknya 202 jenis tumbuhan mangrove, meliputi 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat, 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit dan 1 jenis paku. Dari 202 jenis tersebut, 43 jenis (33 jenis pohon dan jenis perdu lainnya), dan sebagai mangrove sejati (*true mangrove*), sementara jenis lain ditemukan di sekitar mangrove dan dikenal sebagai jenis mangrove ikutan (*associate*). Mangrove sejati yang ditemukan tumbuh di Indonesia terdiri dari genus *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera*, *Excoecaria*, *Xylocarpus*, *Aegiceras*, *Scyphiphora* dan *Nypa* (Noor *et al.*, 2006; Wardani *et al.*, 2016).

Salah satu genera mangrove sejati yang memiliki peran penting dalam susunan komunitas mangrove genus *Rhizophora*. Genus *Rhizophora* menempati zona mangrove bagian tengah yang letaknya di belakang zona mangrove terbuka dengan genangan pasang sedang dan substrat yang berlumpur maupun lumpur berpasir. Di Indonesia genus *Rhizophora*, dijumpai adai 3 jenis yaitu *R. mucronata*, *R. stylosa*, dan *R. apiculata* (Noor *et al.*, 2006).

Sistematika atau klasifikasi dari genus *Rhizophora* adalah sebagai berikut

(GBIF).

Regnum : Plantae

Divisio : Magnoliophyta

Classis : Magnoliopsida

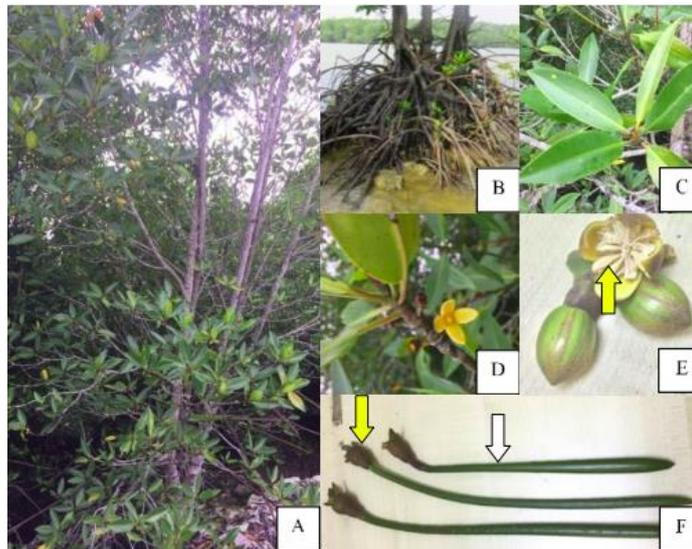
Ordo : Myrtales

Familia : Rhizophoraceae

Genus : *Rhizophora*

Species : *R. apiculata* Blume; *R. mucronata* Lmk.; *R. stylosa* Griff

II.2.1 Deskripsi Bakau Minyak *Rhizophora apiculata* Blume



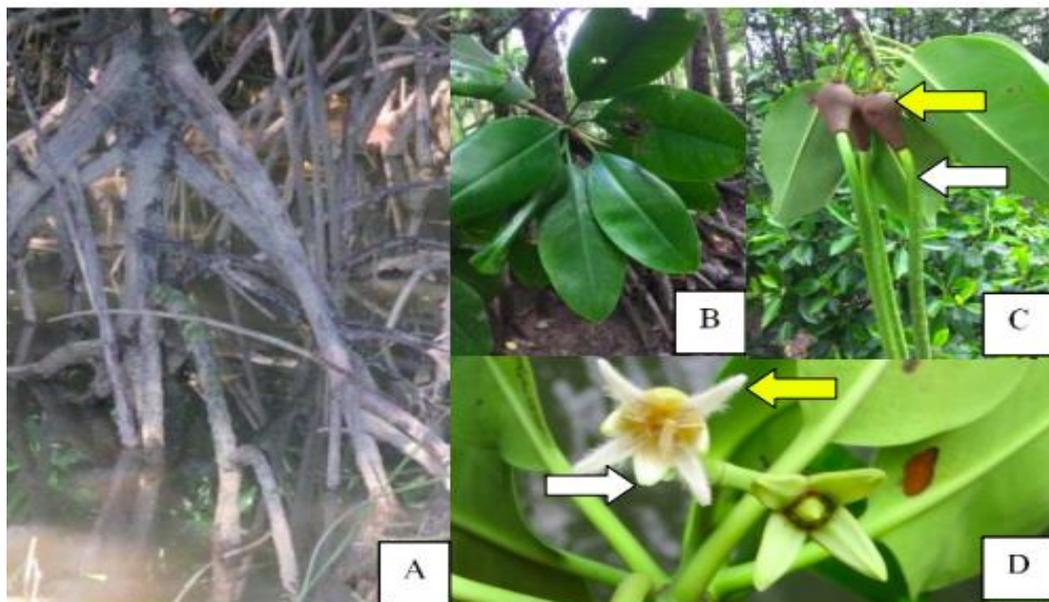
Gambar 1. A) Morfologi penuh, (B) Akar, (C) Daun, (D) Bunga, (E) Buah, (F) Propagul *Rhizophora apiculata* (Shamin-Shazwan *et al.*, 2021)

Rhizophora apiculata (bakau minyak) memiliki tinggi pohon mencapai 30 meter, dengan diameter batang sekitar 50 cm. Batang berwarna abu-abu tua, memiliki akar udara yang keluar dari cabangnya. Daun berwarna hijau tua, pada bagian tengah daunnya berwarna hijau muda dan pada bagian bawah berwarna

kemerahan, letak daun berlawanan dengan ujung daun meruncing. Bunga majemuk biseksual dengan kepala bunga kekuningan yang terletak pada ketiak daun. Secara ekologi, *Rhizophora apiculata* hidup pada daerah air tergenang dan tidak menyukai substrat yang keras yang bercampur dengan pasir (Noor *et al.*, 2006).

II.2.2 Deskripsi Bakau Hitam *Rhizophora mucronata* Lmk.

R. mucronata memiliki tinggi pohon mencapai 27 meter dan jarang melebihi 30 meter) dengan diameter batang 70 cm. Kulit kayu berwarna gelap agak hitam dan memiliki akar udara. Daunnya berkulit dengan gagang daun berwarna hijau dan tersusun berlawanan. Ujung daun meruncing, bentuk daun elips melebar hingga bulat memanjang. Hidup di area yang sama dengan *R. apiculata*, tetapi lebih toleran terhadap substrat yang lebih keras dan berpasir (Noor *et al.*, 2006).

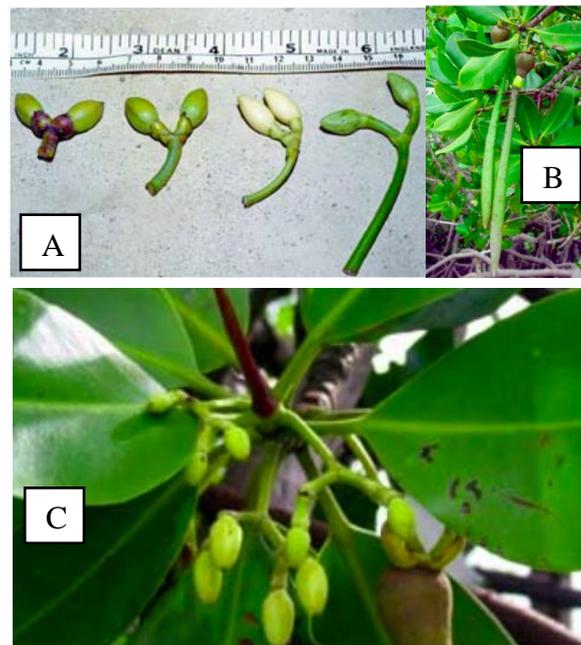


Gambar 2. (A) Akar, (B) Daun, (C) Propagul, (D) Bunga *Rhizophora mucronata* (Shamin-Shazwan *et al.*, 2021)

II.2.3 Deskripsi Bakau *Rhizophora stylosa* Griff.

Pohon *R. stylosa* mencapai 10 meter dengan kulit kayu yang halus, bercelah, berwarna abu-abu hingga hitam, memiliki akar tunjang dan akar udara. Daunnya

berkulit dengan bintik teratur di lapisan bawah daun. Gagang daun berwarna hijau dengan letak daun berlawanan, bentuk elips melebar dan ujungnya meruncing. Bunga terletak di ketiak daun dengan 8-16 bunga per kelompok. Buahnya berbentuk buah pir dan berwarna cokelat. *R. stylosa* tumbuh pada habitat yang beragam di daerah pasang surut: lumpur, pasir, dan batu (Noor *et al.*, 2006).



Gambar 3. (A) Bunga, (B) Propagul, dan (C) Daun *Rhizophora stylosa* (Wilson & Saintilan, 2018)

II.3 Siklus Karbon

Siklus biogeokimia karbon berfungsi sebagai reservoir karbon melalui pertukaran karbon, yang menjadi bagian penting kehidupan agar karbondioksida di atmosfer terserap oleh organisme autotrof sehingga tidak terjadi pemanasan global. Kestinambungan siklus karbon akan terjadi jika elemen-elemen dalam siklus karbon berada dalam keadaan stabil. Daur karbon terjadi dalam beberapa tahapan yang melibatkan reservoir karbon terestrial, lautan, dan atmosfer. Karbondioksida dihasilkan dari respirasi hewan, tumbuhan, letusan gunung berapi, kendaraan

bermotor, industri, dan pada akhirnya tertampung di atmosfer. Di daratan, karbon terserap dan tersimpan pada vegetasi daratan dalam bentuk karbon organik, juga tersimpan pada organisme mati, seperti serasah dan sedimen tanah. Penyerapan karbon dilakukan melalui proses fotosintesis oleh organisme autotrof untuk kemudian disimpan dalam jaringan tumbuhan misalnya batang, serasah dan sedimen, maupun dikembalikan ke atmosfer melalui respirasi (Marescaux, 2018).

Dalam siklus presipitasi sebagian karbon terestrial terbawa dan mengalir ke sungai, yang bermuara ke lautan pesisir sebagai karbon anorganik terlarut (DIC). Karbon anorganik terlarut dalam air berupa bikarbonat (HCO_3^-), karbonat (CO_3^{2-}), seperti batuan karbonat dan karbondioksida yang kemudian menjadi asam karbonat (H_2CO_3). Sementara, karbon organik terlarut (DOC) berasal dari penguraian karbonat organisme bercangkang yang hidup di lautan. Akumulasi karbon organik terlarut tersebut dapat dimineralisasi ulang atau dikubur dalam sedimen laut kemudian karbon yang ada dipertukarkan melalui proses fotosintesis oleh organisme autotrof di lautan seperti fitoplankton dan alga (Sarwono, 2016).

Seiring waktu, siklus karbon telah mengalami proses perlambatan dari sebelumnya. Sebelum era industri, perputaran lebih cepat dan cenderung seimbang dibandingkan dengan siklus karbon pasca era industri (Marescaux, 2018). Hal ini disebabkan karena meningkatnya CO_2 di atmosfer yang berasal dari aktivitas antropogenik, seperti penggunaan bahan bakar fosil (BBF) dan industri. Karbondioksida menjadi kontributor terbesar dalam emisi gas rumah kaca (> 70%), yang lainnya adalah metana, nitrat oksida dan gas GRK lainnya. Meningkatnya CO_2

di atmosfer mengakibatkan temperatur suhu bumi semakin meningkat tiap tahunnya dan mengakibatkan pemanasan global (Godin *et al.*, 2021).

II.4 Upaya Penyerapan Karbondioksida

Penyerapan karbon merupakan salah satu upaya untuk meminimalisir peningkatan CO₂ di atmosfer. Penyerapan CO₂ dapat dilakukan secara alami oleh organisme autotrof melalui proses sekuestrasi karbon, baik di tatanan terestrial maupun di perairan. Pada habitat terestrial, hutan sebagai ekosistem terestrial terbesar telah menyumbang penyerapan karbon terbesar dari atmosfer dengan menyimpan karbon dalam bentuk biomassa hidup (bahan organik), dan di sedimen (Sheikh *et al.*, 2014).

Proses sekuestrasi karbon yang dilakukan oleh ekosistem hutan tergantung dari produksi biomassa. Biomassa memiliki peran yang penting dalam akumulasi karbon, hampir 50% biomassa tumbuhan tersusun atas karbon (Wirabuana *et al.*, 2020). Di Hutan Rakyat Kawasan Perkotaan Bandar Lampung, Provinsi Lampung, memiliki simpanan karbon atas tanah rata-rata 52,25 ton/hektar (Arianasari *et al.*, 2021). Sedangkan hasil penelitian (Sribianti *et al.*, 2022) di Hutan Raya Abdul Latief Sinjai Timur, menunjukkan serapan karbon di hutan ini cukup tinggi, yaitu mencapai 13.13 ton/hektar.

Selain ekosistem hutan terestrial, ekosistem perairan juga dapat melakukan penyerapan karbon, salah satunya melalui *blue carbon* oleh ekosistem mangrove, padang lamun, dan rawa asin. Ekosistem mangrove menurut Taillardat *et al.* (2018), merupakan ekosistem yang strategis dalam upaya mitigasi perubahan iklim skala nasional. Hal ini dibuktikan dengan terjadinya penurunan emisi bahan bakar fosil

nasional sebesar 1% melalui *blue carbon* di Bangladesh, Nigeria, dan Kolombia pada tahun 2014. Hutan mangrove dapat menyimpan karbon sebesar 45-856 megagram per hektar, dan dalam skala global dapat menyimpan karbon sebanyak 6,2-11,7 peta gram dan simpanan karbon hutan mangrove tiga kali lebih besar dari ekosistem hutan terestrial (Lestariningsih *et al.*, 2018; Ouyang & Lee, 2020).

II.5 Kondisi Pantai Kuri Caddi

Pantai Kuri Caddi merupakan salah satu ekosistem pesisir yang jaraknya sekitar ± 7 km dari Kota Makassar dan sekitar ± 10 km dari Bandara Internasional Sultan Hasanuddin. Pada hasil penelitian Haryanto *et al* (2020), mendapatkan lahan mangrove di desa ini telah terdegradasi akibat pembabatan pohon mangrove untuk pembuatan jalan dari Dusun Kuri Caddi menuju Dusun Kuri Lompo. Kuri Caddi memiliki potensi mangrove 23 jenis (termasuk mangrove asosiasi di dalamnya) dan biota laut seperti udang, kerang, ikan, dan kepiting (Usman *et al.*, 2020). Komunitas mangrove di Kuri Caddi menurut Ansar (2021) terdiri dari jenis *Avicennia marina*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, dan *Sonneratia alba*, dengan substrat berlumpur berpasir yang mendominasi wilayah tersebut, dan jenis *Rhizophora apiculata* yang menjadi penyusun utama komunitas mangrove di Kuri Caddi. (Waru *et al.*, 2022).

II.6 Metode Estimasi Stok Karbon pada Tegakan dan Sedimen Mangrove

Inventarisasi karbon pada ekosistem daratan disimpan dalam 3 komponen pokok, yaitu bagian hidup (biomassa), bagian mati (nekromasa), dan tanah (bahan organik tanah). Sedangkan berdasarkan keberadaannya di alam, ketiga komponen tersebut dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu (1) biomassa di bawah

permukaan (*below ground biomass* /BGB), meliputi: biomassa akar, dan bahan organik tanah. (2) biomassa di atas permukaan (*above ground biomass* /AGB), meliputi: biomassa pohon, biomassa tumbuhan bawah, nekromasa (tegakan pohon yang sudah mati), dan serasah.

Simpanan karbon dapat diduga melalui persamaan regresi allometrik dari biomassa pohon yang didasarkan pada fungsi diameter pohon. Beberapa penelitian pendugaan potensi simpanan karbon menggunakan persamaan regresi allometrik pada mangrove jenis *Rhizophora* sp. dan *Bruguiera* sp. Pendugaan biomassa dapat dijadikan sebagai penduga kasar laju produktivitas suatu individu jenis atau komunitas. Pada setiap kelas diameter pohon, bahan organik batang merupakan bahan organik terbesar sedangkan yang terendah adalah pada bunga dan buah. Bahan organik tersebut terakumulasi di batang, terutama pada segmen batang yang pertama (Sapoetro *et al.*, 2018).

Sebagai media tumbuh dan tempat berbagai unsur-unsur material, sedimen memiliki banyak simpanan karbon yang terakumulasi. Bahan organik yang terakumulasi pada sedimen mangrove berasal dari guguran daun dan ranting mangrove yang terdekomposisi dengan bantuan mikroorganisme. Kemampuan sedimen dalam menyimpan karbon pada ekosistem pesisir diperkirakan di atas 50% (Donato *et al.*, 2011) yang menjadikan simpanan karbon di hutan mangrove lebih besar daripada simpanan karbon di ekosistem hutan lainya (J.B. & D., 2012; Irawati *et al.*, 2021).