

SKRIPSI

**ANALISIS SIMPANAN KARBON PADA MANGROVE
Rhizophora mucronata Lamk. DI KAWASAN EKOWISATA MANGROVE
BIRINGKASSI DESA BULU CINDEA KABUPATEN PANGKEP**



**DISUSUN OLEH:
ADELYA REZKY PRAJAWATI
H041171315**

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

SKRIPSI

**ANALISIS SIMPANAN KARBON PADA MANGROVE
Rhizophora mucronata Lamk. DI KAWASAN EKOWISATA MANGROVE
BIRINGKASSI DESA BULU CINDEA KABUPATEN PANGKEP**



**DISUSUN OLEH:
ADELYA REZKY PRAJAWATI
H041171315**

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS SIMPANAN KARBON PADA MANGROVE
Rhizophora mucronata Lamk. DI KAWASAN EKOWISATA MANGROVE
BIRINGKASSI DESA BULU CINDEA KABUPATEN PANGKEP**

Disusun dan diajukan oleh

**ADELYA REZKY PRAJAWATI
H041171315**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Sarjana Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal, 11 Agustus 2022
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

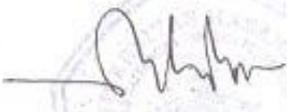
Pembimbing Utama


Dr. Elis Tambaru, M.Si.
NIP: 196301021990022001

Pembimbing Pertama


Dr. Arben, M.Si.
NIP: 196507041992031004

Ketua Program Studi


Dr. Nur Haedar, S.Si., M.Si.
NIP: 196801291997022001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adelya Rezky Prajawati
NIM : H041171315
Program Studi : Biologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Analisis Simpanan Karbon pada Mangrove
Rhizophora mucronata Lamk. di Kawasan Ekowisata Mangrove
Biringkassi Desa Bulu Cindea Kabupaten Pangkep**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 11 Agustus 2022
Yang Menyatakan



Adelya Rezky Prajawati

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah rabbi'alamina puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat, karunia dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat dan salam tak lupa pula dihaturkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW. Nabi yang telah menjadi suri tauladan dan sosok pemimpin yang sangat agung bagi umat Islam di seluruh dunia, serta telah menyebarkan ajaran Islam yang membawa manusia dari zaman jahiliyah (kebodohan) menuju zaman yang dipenuhi dengan perkembangan ilmu pengetahuan, sehingga penulis mampu merampungkan skripsi dengan judul **“Analisis Simpanan Karbon pada Mangrove *Rhizophora mucronata* Lamk. di Kawasan Ekowisata Mangrove Biringkassi Desa Bulu Cindea Kabupaten Pangkep”**.

Skripsi ini merupakan hasil penelitian yang diajukan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan program pendidikan Sarjana (S1) di bawah naungan Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar. Skripsi ini dibuat dengan berbagai observasi dalam jangka waktu tertentu, sehingga menghasilkan karya yang dapat dipertanggungjawabkan.

Selama penelitian hingga akhir penulisan skripsi ini, penulis sadar bahwa skripsi ini terselesaikan karena adanya bantuan, dorongan kasih sayang dan semangat yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan penulis

mengucapkan rasa terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan sumbangsih kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada kedua orangtua penulis, Bapak Sahid, S.P. dan Ibu Dra. Wa Ode Harmina “Doa dan pengorbanan yang tiada henti dan kasih sayang yang tak terbatas. Kerja keras untuk segala kebahagiaan anak tercinta yang tiada terputus. Semua itu membuatku selalu bersemangat untuk membahagiakan kalian. Kasih dan sayang kalian takkan tergantikan”.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada Ibu Dr. Elis Tambaru, M.Si. selaku pembimbing utama dan Bapak Dr. Ambeng, M.Si. selaku pembimbing pertama, atas setiap ilmu, motivasi, perhatian, dan waktu yang diberikan dalam membimbing dan mengarahkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Banyak kendala dan rintangan yang penulis hadapi selama proses perkuliahan hingga pada titik penyusunan skripsi ini, namun hal tersebut menjadi lebih mudah berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang paling tulus dan terdalam kepada:

- Bapak Prof. Dr. Jamaluddin Jompa, M.Si., selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta jajarannya.
- Bapak Dr. Eng. Amiruddin, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
- Ibu Dr. Nur Haedar, M.Si., selaku Ketua Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

- Bapak Dr. Eddyman W. Ferial, S.Si., M.Si., selaku Penasehat Akademik (PA), yang senantiasa memberikan arahan kepada penulis sejak penulis memulai studi hingga selesai.
- Ibu Dr. Nur Haedar, M.Si. dan Bapak Dr. Eddyman W. Ferial, S.Si., M.Si., selaku Tim Penguji yang selalu meluangkan waktunya untuk memberikan kritik dan saran yang tentunya sangat bermanfaat bagi penulis.
- Bapak/Ibu Dosen dan pegawai Departemen Biologi yang senantiasa membantu penulis, sehingga dapat mencapai gelar sarjana.
- Kepada semua saudara penulis dr. Suhardimansyah, Muh. As'Ad Harsyahputra, Muh. Syaifullah, S.Pd., Muh. Zulfikar, dan Ardillah Riska Saraswati yang selalu mendoakan dan menyayangi penulis dengan setulus hati, memberikan semangat dan motivasi selama proses perkuliahan hingga saat ini.
- Kepada Aisyanang Deng Ngai, S.Si., sahabat sekaligus penasehat terbaik selama penulis melewati proses perkuliahan sampai saat ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan atas segala bantuan dan dorongan semangat yang telah diberikan.
- Kepada Ummi Chaera, S.Si. dan Mega Karunia Sari penulis ucapkan terima kasih atas bantuan yang diberikan selama penulis melakukan penelitian hingga akhir.
- Kepada Dewi Ayu Damayanti, S.Ak., Anisa Granada Balkis, S.Tr.Par., Nurlaila Kaito, S.Mat., dan Rayana Safitri, S.Pd., sahabat kecil penulis yang selalu menjadi pendengar keluh kesah penulis serta memberikan dorongan dan semangat setiap harinya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

- Kepada teman-teman Pondok Arham Kece terkhusus Irawati dan Amperiani yang masih sama-sama berjuang untuk menyanggah gelar S1 dan yang selalu ada dalam kondisi apapun. Semoga kita selalu diberi kemudahan oleh Allah SWT.
- Saudara-saudariku Biologi 2017 yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas segala dukungan dan pengalaman yang tidak dapat dilupakan oleh penulis selama masa perkuliahan sampai saat ini.
- Semua pihak yang ikut terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamu 'alaikum Warrohmatullahi Wabarokatoh.

Makassar, 11 Agustus 2022

Adelya Rezky Prajawati

ABSTRAK

Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi akibat peningkatan jumlah emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer. Vegetasi mangrove merupakan salah satu ekosistem hutan yang menawarkan potensi mitigasi emisi GRK yang cukup besar, karena kemampuannya dalam menyerap sejumlah CO₂ di atmosfer melalui proses fotosintesis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui simpanan karbon pada mangrove *Rhizophora mucronata* Lamk. di Kawasan Ekowisata Mangrove Biringkassi, Desa Bulu Cindea, Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan. Metode pelaksanaan dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu tahapan persiapan, pengambilan data, pembuatan transek dan plot sampling, pengukuran diameter batang (DBH), pengolahan data, dan analisis data. Pembuatan plot menggunakan metode petak berukuran 10 x 10 m sebanyak 5 plot di sepanjang garis pantai pada masing-masing stasiun. Hasil penelitian menunjukkan nilai kerapatan mangrove *Rhizophora mucronata* Lamk. tertinggi pada Stasiun 3 nilai kerapatan 2460 individu/ha dengan nilai simpanan karbon 1.43 ton C/ha, sedangkan pada Stasiun 1 menunjukkan nilai kerapatan 1570 individu/ha dengan nilai simpanan karbon 5.84 ton C/ha dan Stasiun 2 menunjukkan nilai kerapatan 1410 individu/ha dengan nilai simpanan karbon 4.89 ton C/ha. Secara keseluruhan, nilai simpanan karbon pada Kawasan Ekowisata Mangrove Biringkassi sebesar 4.05 ton C/ha.

Kata Kunci: Pemanasan Global, Mangrove, Simpanan Karbon, Kabupaten Pangkep.

ABSTRACT

Global warming is an increase in the average temperature of the earth's surface due to an increase in the amount of Greenhouse Gas emissions (GHG) in the atmosphere. Mangrove vegetation is one of the forest ecosystems that offers considerable potential for mitigating GHG emissions, due to its ability to absorb a certain amount of CO₂ in the atmosphere through the process of photosynthesis. The purpose of this study was to determine the carbon stock in the mangrove *Rhizophora mucronata* Lamk. in the Biringkassi Mangrove Ecotourism, Bulu Cindea Village, Pangkep Regency, South Sulawesi. The implementation method in this research is divided into several stages, namely the preparation stage, data collection, making transects and sampling plots, measuring stem diameter (DBH), data processing, and data analysis. Making plots using a 10 x 10 m plot method as many as 5 plots along the coastline at each station. The results showed that the highest density value of *Rhizophora mucronata* Lamk. was at Station 3, the density value was 2460 individuals/ha with a carbon stock value of 1.43 tons C/ha, while at Station 1, the density value was 1570 individuals/ha with a stock value carbon 5.84 tons C/ha and Station 2, the density value was 1410 individuals/ha with a stock value carbon 4.89 tons C/ha. Overall, the carbon stock value in the Biringkassi Mangrove Ecotourism Area is 4.05 tons C/ha.

Keywords: Global Warming, Mangrove, Carbon Stock, Pangkep Regency.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Manfaat Penelitian	3
I.4 Waktu dan Tempat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Ekosistem Mangrove	4
II.1.1. Definisi Ekosistem Mangrove	4
II.1.2. Karakteristik Ekosistem Mangrove	5
II.1.3. Fungsi Hutan Mangrove	5
II.1.4. Faktor Lingkungan yang Memengaruhi Ekosistem Mangrove	7
II.1.5. Zonasi Hutan Mangrove	9

II.1.6. Struktur Tegakan Mangrove	10
II.1.7. Peranan Mangrove Terhadap Pemanasan Global	10
II.1.8. Deskripsi <i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.	11
II.1.9. Hutan Mangrove Biringkassi.....	13
II.2 Penyerapan Karbon	15
II.3 Siklus Karbon	16
II.4 Menghitung Biomassa dan Karbon	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
III.1 Lokasi Penelitian.....	22
III.2 Alat dan Bahan	22
III.3 Prosedur Penelitian.....	23
III.3.1 Tahapan Persiapan	23
III.3.2 Pengambilan Data	23
III.3.3 Pengolahan Data.....	25
III.4 Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
IV.1 Parameter Lingkungan	28
IV.2 Kerapatan Mangrove.....	29
IV.3 Kandungan Biomassa dan Karbon pada Masing-Masing Stasiun	30
IV.4 Perbandingan Simpanan Karbon pada Masing-Masing Stasiun.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
V.1 Kesimpulan.....	36
V.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.	12
2. Skema Siklus Gas CO ₂ di Atmosfer.....	17
3. Kaidah Penentuan Lokasi Pengukuran DBH Pohon	21
4. Denah Lokasi Penelitian	22
5. Denah Plot Penelitian.....	24
6. Kaidah Penentuan Lokasi Pengukuran DBH Pohon Mangrove	24
7. Kerapatan Mangrove	30
8. Perbandingan Biomassa dan Karbon pada Masing-Masing Stasiun.....	32
9. Plot Rata-rata Berat Simpanan Karbon Total Masing-Masing Stasiun	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria Baku Kerusakan Mangrove (Nanulaitta, dkk., 2019).....	25
2. Parameter Lingkungan Kawasan Ekowisata Mangrove Biringkassi	28
3. Kandungan Biomassa, Karbon dan Simpanan Karbon Mangrove <i>Rhizophora mucronata</i> Lamk. pada Masing-Masing Stasiun Penelitian	31
4. Uji ANOVA Simpanan Karbon pada Mangrove <i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Koordinat Lokasi Tempat Pengambilan Data Penelitian (Badan Pusat Statistik, 2020).	45
2. Peta Lokasi Penelitian.....	46
3. Kerapatan Mangrove	47
4. Data Biomassa dan Karbon Masing-masing Plot pada Stasiun 1	48
5. Data Biomassa dan Karbon Masing-masing Plot pada Stasiun 2	49
6. Data Biomassa dan Karbon Masing-masing Plot pada Stasiun 3	50
7. Uji Normalitas.....	51
8. Uji Homogenitas	52
9. Analisis Uji ANOVA	53
10. Analisis Uji Duncan	54
11. Foto Prosedur Penelitian	55

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi akibat peningkatan jumlah emisi gas rumah kaca di atmosfer (Santoso, 2011). Gas-gas, seperti karbon dioksida (CO₂), uap air, Nitrous Oksida (N₂O), Ozon (O₃) dan Metana (CH₄) yang menangkap energi matahari dan dipancarkan oleh permukaan bumi. Karbon dioksida adalah salah satu gas rumah kaca (GRK) utama (Giri dan Venkata, 2017). Peningkatan kadar CO₂ secara terus menerus di atmosfer mengakibatkan semakin banyak gelombang panas yang dipantulkan dari permukaan bumi diserap atmosfer. Hal tersebut yang menyebabkan suhu rata-rata permukaan bumi meningkat (Wihel, dkk., 2014).

Sekuestrasi karbon diperlukan untuk mengurangi jumlah CO₂ di atmosfer. Sekuestrasi karbon adalah proses penangkapan dan penyimpanan jangka panjang CO₂ di atmosfer. Karbon dioksida dikeluarkan dari atmosfer ketika diserap oleh tumbuhan sebagai bagian dari siklus karbon biologis. Sekuestrasi karbon dapat dilakukan dengan cara konservasi hutan dan penghutanan melalui penanaman tumbuhan berkayu dan tumbuhan cepat tumbuh (Giri dan Venkata, 2017).

Menurut Azzahra, dkk., (2020), hutan mangrove mampu berperan dalam mitigasi perubahan iklim karena dapat menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah besar dan dalam jangka waktu yang lama. Vegetasi mangrove merupakan salah satu ekosistem hutan yang menawarkan potensi mitigasi emisi GRK yang

cukup besar, karena kemampuannya dalam menyerap sejumlah CO₂ di atmosfer melalui proses fotosintesis. Mangrove telah memberikan manfaat ganda baik sebagai sumber pangan, habitat satwa liar, pelindung garis pantai maupun penyerap CO₂ lebih tinggi dibandingkan tipe hutan lainnya (Hastuti *et al.* 2017).

Pesisir dan pulau merupakan tempat yang baik bagi mangrove untuk tumbuh, sehingga keberadaan mangrove dapat mencirikan morfologi sistem biologi pesisir di Indonesia, selain padang lamun dan terumbu karang yang berperan penting dalam perlindungan dan pengembangan wilayah pesisir (Kusmana, 2009). Luas mangrove di Indonesia adalah 3.49 juta ha dan sekitar 1.82 juta ha dalam kondisi rusak (Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2020).

Kabupaten Pangkep merupakan salah satu kabupaten di Sulawesi Selatan yang sebagian besar wilayahnya adalah laut (Hayati, dkk., 2017). Wilayah laut yang lebih mendominasi menjadikan Kabupaten Pangkep kaya akan hutan mangrove, salah satu hutan mangrove yang terkenal adalah kawasan ekowisata mangrove yang terletak di Desa Bulu Cindea (Hazar dan Hasriyanti, 2020). Desa Bulu Cindea memiliki potensi wisata yang merupakan daerah konservasi pesisir di Kabupaten Pangkep (Imriyati, dkk., 2020). Kawasan mangrove ini terletak dekat dengan Pabrik Semen Tonasa yang merupakan penghasil semen terbesar di kawasan Indonesia Timur, dimana industri semen memiliki kontribusi sekitar 7% dari emisi CO₂ di dunia (Yeonbae dan Worrel, 2002 *dalam* Caronge, dkk., 2018).

Penelitian tentang pendugaan karbon yang tersimpan pada vegetasi mangrove penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kawasan mangrove

mampu menyerap CO₂ dari udara, sehingga dapat mendukung kegiatan pengelolaan kawasan secara berkelanjutan dalam kaitannya dengan penurunan konsentrasi CO₂ di atmosfer.

I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui simpanan karbon pada mangrove *Rhizophora mucronata* Lamk. di Kawasan Ekowisata Mangrove Biringkassi, Desa Bulu Cindea, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.

I.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai informasi dan data bagi peneliti serta instansi terkait tentang fungsi ekologi khususnya *Rhizophora mucronata* Lamk. sebagai penyimpan karbon dan peranannya bagi ekosistem mangrove, serta memberikan masukan bagi kepentingan pengelolaan hutan sehubungan dengan dinamika penyerapan karbon.

I.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Juni 2022, pengambilan data penelitian dilakukan di Kawasan Ekowisata Mangrove Biringkassi, Desa Bulu Cindea, Kabupaten Pangkep. Analisis data dilakukan di Laboratorium Botani, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Ekosistem Mangrove

II.1.1. Definisi Ekosistem Mangrove

Mangrove adalah tumbuhan yang dapat hidup di perairan asin dan di daerah pasang surut (Akbar, dkk., 2019). Ekosistem mangrove merupakan ekosistem pesisir yang tersusun atas berbagai jenis vegetasi yang memiliki adaptasi biologis dan fisiologis tertentu terhadap kondisi lingkungan yang cukup bervariasi. Ekosistem mangrove umumnya didominasi oleh beberapa jenis mangrove sejati antara lain *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp., *Bruguiera* sp., dan *Sonneratia* sp. Jenis mangrove tersebut dapat tumbuh dengan baik di ekosistem perairan dangkal, karena bentuk akarnya yang dapat membantu beradaptasi dengan lingkungan perairan, baik dari pengaruh pasang surut maupun faktor lingkungan lain yang memengaruhi ekosistem mangrove seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan pH (Saru, 2013).

Ekosistem mangrove merupakan penyerap karbon alami yang penting yang mengakumulasi dan menyimpan sejumlah besar karbon organik (Kusumaningtyas *et al.* 2019). Ekosistem mangrove muncul pada daerah dimana semburan lumpur dan akumulasi bahan organik terjadi. Biasanya hal ini terjadi di daerah teluk yang terlindung dari arus dan gelombang laut atau di sekitar muara sungai (Tjandra dan Yosua, 2011). Mangrove menjadi tempat berlangsungnya proses-proses alam, terutama yang menyangkut hubungan timbal balik antara

komponen biotik penyusunnya dan juga hubungan antara komponen biotik dengan lingkungannya. Proses bio-ekologi yang terjadi di hutan mangrove menjadikan ekosistem ini salah satu yang paling produktif. Kemampuan ekosistem mangrove dalam memberikan jasa lingkungan tentunya tidak terlepas dari berbagai komponen biotik dan abiotik yang berinteraksi di dalamnya (Isnainingsih dan Mufti, 2018).

II.1.2. Karakteristik Ekosistem Mangrove

Karakteristik umum mangrove adalah toleransi terhadap kondisi air asin dan air payau (Siburian dan John, 2016). Ekosistem mangrove memiliki ciri khusus, yaitu kehidupannya dipengaruhi oleh kondisi tanah, salinitas air, genangan air, pasang surut, dan kandungan oksigen (Akbar, dkk., 2019). Pohon mangrove mampu tumbuh di daerah pesisir dalam formasi yang rapat membentuk hutan. Hutan mangrove dan lingkungan perairan serta seluruh unsur biotik dan abiotik di dalamnya membentuk suatu ekosistem yang terpadu. Setiap elemen dalam ekosistem memiliki peran dan fungsi yang saling mendukung. Kerusakan pada salah satu komponen ekosistem secara langsung memengaruhi keseimbangan ekosistem secara keseluruhan (Vincentius, 2020).

II.1.3. Fungsi Hutan Mangrove

Hutan mangrove merupakan sumber daya alam di wilayah pesisir yang memiliki banyak manfaat, baik secara ekologis, ekonomis, maupun sosial (Bachmid, dkk., 2018). Mangrove secara fisik berperan sebagai pelindung pantai, baik dari angin maupun ombak dan arus. Selain itu, mangrove juga memiliki peran ekologis sebagai tempat hidup, mencari makan dan memijah berbagai biota

laut dan darat, menyaring bahan-bahan beracun, substrat pengendapan dan sebagainya. Fungsi lain yang tidak kalah penting adalah perannya sebagai salah satu ekosistem yang dapat mereduksi karbon di udara. Sebagai tumbuhan, mangrove melakukan proses fotosintesis yang membutuhkan CO₂ dari udara dan menghasilkan oksigen (Syukri, dkk., 2018).

Soegianto (2010) menjabarkan fungsi hutan mangrove sebagai berikut:

- a. Habitat biota, kondisi fisik hutan mangrove dapat membentuk habitat berbagai jenis biota perairan dan darat untuk pemijahan, pengasuhan, perlindungan dan mencari makan.
- b. Sumber pakan, proses penguraian bahan organik yang terjadi di hutan mangrove merupakan penyumbang pakan bagi biota perairan lainnya, baik di ekosistem mangrove itu sendiri maupun di laut di depannya.
- c. Pelindung pantai, komunitas mangrove melalui sistem perakarannya dan lapisan formasi tajuknya dapat melindungi pantai dari erosi dan abrasi akibat gelombang laut dan hembusan angin yang kencang.
- d. Pengolahan limbah, sistem sirkulasi hara terbuka di hutan mangrove sangat efektif untuk pemurnian alami dan penetralan limbah organik.
- e. Fungsi ekonomi, beberapa pohon mangrove memiliki fungsi ekonomi sebagai kayu bakar, bahan bangunan, serat, obat-obatan, dan makanan. Lahan mangrove dapat dialihfungsikan menjadi areal pertanian dan pertambakan. Tentu saja, konversi kawasan hutan mangrove menjadi areal pertambakan harus dilakukan dengan hati-hati dan bijaksana.

II.1.4. Faktor Lingkungan yang Memengaruhi Ekosistem Mangrove

Komposisi mangrove mempunyai batas yang khas dan batas tersebut berhubungan atau disebabkan oleh efek selektif dari: (a) tanah, (b) salinitas, (c) jumlah hari atau lamanya penggenangan, (d) dalamnya penggenangan, serta (e) kerasnya arus pasang surut. Faktor lingkungan (fisik, kimia dan biologis) yang sangat kompleks memengaruhi pertumbuhan vegetasi mangrove. Faktor lingkungan yang dapat memengaruhi pertumbuhan vegetasi mangrove menurut Katili, dkk., (2020) sebagai berikut:

a. Salinitas air tanah

Berperan sebagai faktor penentu dalam pengaturan dan pertumbuhan, serta keberlangsungan kehidupan. Oleh karena itu, salinitas air tanah memiliki peran penting. Salinitas air tanah dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti genangan pasang, topografi, curah hujan, masukan air tawar dan sungai, *run off* daratan, dan evaporasi.

b. Tanah di hutan mangrove

Ciri-cirinya yaitu selalu basah, mengandung garam, sedikit oksigen, berbentuk butir-butir dan kaya dengan bahan organik. Tanah ini terbentuk dari penambahan dari sedimen-sedimen yang berasal dari sungai, pantai atau erosi yang terbawa dari dataran tinggi sepanjang sungai atau kanal. Tanah mangrove umumnya kaya akan bahan organik dan mempunyai nilai nitrogen yang tinggi, kesuburannya bergantung pada bahan alluvial yang terendap.

c. Suhu

Suhu rata-rata di daerah tropis diperkirakan merupakan habitat terbaik bagi tumbuhan mangrove. *Avicennia marina* yang ada di Australia memproduksi

daun baru pada suhu 18-20°C. Jika suhunya lebih tinggi, maka laju produksi daun baru akan lebih rendah. Selain itu, laju tertinggi produksi dari daun *Rhizophora* spp., *Ceriops* spp., *Exocoecaria* spp., dan *Lumnitzera* spp. adalah pada suhu 26-28°C. Adapun laju tertinggi produksi daun *Bruguiera* spp. adalah 27°C.

d. Curah hujan

Tumbuhan mangrove dapat tumbuh dengan baik pada iklim tropika yang lembab dan panas tanpa ada pembagian musim tertentu. Hujan bulanan rata-rata sekitar 225-300 mm, serta suhu rata-rata maksimum pada siang hari mencapai 32°C dan suhu rata-rata malam hari mencapai 23°C.

e. Kecepatan angin

Terjadinya erosi pantai dan perubahan sistem ekosistem mangrove diakibatkan kecepatan angin. Aksi gelombang dan arus menciptakan angin yang berpengaruh terhadap ekosistem mangrove. Angin sebagai agen polinasi dan desimasi biji, serta meningkatkan evapotranspirasi. Pertumbuhan mangrove terhambat karena angin yang kuat yang menyebabkan karakteristik fisiologis menjadi tidak normal. Angin juga berpengaruh terhadap jatuhnya serasah mangrove. Angin yang tinggi mengakibatkan besarnya produksi serasah.

f. Derajat keasaman (pH)

Nilai pH hutan mangrove antara 8,0-9,0. Untuk mendukung organisme pengurai menguraikan bahan-bahan organik yang jatuh di daerah mangrove dibutuhkan nilai pH yang tinggi. Tanah mangrove bernilai pH tinggi, secara nisbi mempunyai karbon organik yang kurang lebih sama dengan profil tanah yang dimilikinya. Air laut sebagai media yang memiliki kemampuan sebagai

larutan penyangga dapat mencegah perubahan nilai pH yang ekstrim. Perubahan nilai pH sedikit saja akan memberikan petunjuk terganggunya sistem penyangga.

g. Zat hara

Hara merupakan faktor penting dalam memelihara keseimbangan ekosistem mangrove. Hara dalam ekosistem mangrove dibagi menjadi dua kelompok yakni hara anorganik yang penting untuk kelangsungan hidup organisme mangrove yang terdiri atas N, P, K, Mg, Ca, dan Na. Zat hara selanjutnya yaitu detritus organik yakni bahan organik yang berasal dari bioorganik yang melalui beberapa tahap proses mikrobial.

II.1.5. Zonasi Hutan Mangrove

Menurut Anwar, dkk., (1984) *dalam* Mughofar, dkk., (2018), zonasi adalah suatu keadaan dimana kumpulan vegetasi yang berdekatan mempunyai sifat yang sama atau tidak ada sama sekali walaupun tumbuh pada lingkungan yang sama. Darmadi, dkk., (2012), menyatakan bahwa hutan mangrove alami membentuk zonasi tertentu. Perbedaan jenis mangrove berdasarkan zonasi disebabkan oleh sifat fisiologis mangrove yang berbeda untuk beradaptasi dengan lingkungannya. Keanekaragaman mangrove bukan hanya terjadi karena kemampuan beradaptasi dengan lingkungannya, tetapi juga karena campur tangan manusia untuk memeliharanya.

Berdasarkan salinitas dan kondisi genangan air laut, hutan mangrove dibagi menjadi 6 zona. Zona 1 sampai 6 masing-masing dari daerah yang paling dekat dengan laut ke daratan. Zona memengaruhi persebaran jenis tumbuhan yang

hidup di dalamnya. Salinitas dipengaruhi oleh jumlah air tawar yang masuk. Semakin banyak air tawar yang masuk, semakin rendah salinitasnya. Seperti contohnya, zona 1 yang memiliki tingkat salinitas 10-30 ppm. Daerah zona ini tergenang 1-2 kali sehari selama setidaknya 20 hari dalam sebulan. Jenis tumbuhan yang tumbuh di tanah berlumpur ini misalnya *Avicennia*, *Sonneratia* dan *Rhizophora* (Tjandra dan Yosua, 2011).

II.1.6. Struktur Tegakan Mangrove

Struktur tegakan menggambarkan kondisi vegetasi hutan dimana struktur tegakan dapat dilihat berdasarkan tingkat kerapatannya. Struktur tegakan dapat dilihat, baik secara vertikal maupun horizontal (Marsudi, dkk., 2018). Menurut Richard (1964) dalam Mukhlisi dan Kade (2014), struktur tegakan hutan meliputi gambaran persebaran pohon, kelas diameter dan tinggi lapisan kanopi yang membentuk tegakan. Struktur tegakan hutan pada lokasi yang sama tidak selalu sama. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti perbedaan kemampuan pohon dalam memanfaatkan energi matahari, air dan unsur hara/mineral, serta perbedaan sifat persaingan (Heriyanto, dkk., 2020).

II.1.7. Peranan Mangrove Terhadap Pemanasan Global

Ekosistem pantai berupa hutan mangrove, rawa pasang surut, dan padang lamun memitigasi perubahan iklim dengan cara menyerap gas CO₂ dari atmosfer dan lautan dengan laju per satuan luas yang lebih tinggi, dibandingkan dengan penyerapan dari hutan terestrial. Ketika ekosistem pesisir terdegradasi, hilang, atau diubah untuk penggunaan lahan lain, simpanan karbon biru dalam jumlah besar di lahan terbuka dan dilepaskan sebagai CO₂ di atmosfer dan lautan. Peningkatan hilangnya ekosistem pesisir saat ini dapat

menyebabkan 0,15–1,02 miliar ton CO₂ yang dilepaskan setiap tahun, meskipun total luas hutan mangrove, rawa pasang surut, dan padang lamun secara global hanya 2–6% dari total luas hutan tropis, degradasi ekosistem ini menyebabkan 3–19% emisi karbon dari deforestasi global (Barbier *et al.* 2011).

Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir perairan tropis yang memiliki berbagai potensi manfaat bagi lingkungan dan manusia. Hutan mangrove memiliki satu fungsi yang sangat penting seperti hutan lainnya, yaitu sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Hutan mangrove berperan dalam mitigasi dampak pemanasan global karena mangrove dapat berfungsi sebagai penyimpan karbon. Hutan mangrove dapat menyimpan lebih dari tiga kali penyimpanan karbon rata-rata per hektar hutan tropis terestrial. Fungsi penyerapan karbon yang optimal oleh mangrove mencapai 77,9 %, dimana karbon yang diserap tersimpan dalam biomassa mangrove yaitu pada beberapa bagian seperti batang, daun, dan akar (Bachmid, dkk., 2018).

II.1.8. Deskripsi *Rhizophora mucronata* Lamk.

Tumbuhan bakau merupakan salah satu jenis penyusun hutan mangrove. Hutan mangrove merupakan komunitas pantai tropis yang didominasi oleh beberapa jenis mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut pantai berlumpur. *Rhizophora mucronata* Lamk. merupakan jenis mangrove terbaik dan terbanyak yang ada di dunia. Dari semua jenis mangrove yang ada, terdapat beberapa persamaan fungsi yang sama pada pesisir pantai (Lesdiana dan Usman, 2021).

Bakau besar atau *Rhizophora mucronata* Lamk. adalah salah satu jenis mangrove yang digunakan untuk rehabilitasi kawasan mangrove. Salah satu

alasan yang membuat jenis ini banyak dipilih untuk rehabilitasi hutan mangrove karena buahnya mudah diperoleh, mudah disemai serta dapat tumbuh pada daerah genangan pasang yang tinggi maupun rendah (Supriharyono, 2000 dalam Wiharyanto dan Ridho, 2018). Mangrove jenis *Rhizophora mucronata* Lamk. dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Rhizophora mucronata* Lamk. (Noor, dkk., 2012).

Tumbuhan dari Familia Rhizophoraceae ini berbatang pendek, bercabang banyak dengan akar tunjang. Batang menyilinder hampir berwarna hitam atau kemerahan serta permukaan batang kasar. Akar tumbuh melengkung, tetapi sebelum mencapai tanah biasanya masih bercabang lagi. Akar tumbuh dari bagian batang yang agak tinggi bahkan dari dahan-dahannya pun tumbuh akar-akar yang disebut akar udara. Daun tebal dan berwarna hijau cerah yang berkelompok di

ujung cabang atau ranting. Bagian bawah daun terdapat bintik-bintik coklat. Bunganya kecil-kecil, tebal dan berwarna putih kekuningan. Buah memanjang, seperti telur, berbiji satu dan berwarna kecokelatan. Kulit tumbuhan ini banyak mengandung tannin (Sugiarto dan Willy, 1996 *dalam* Puspayanti, dkk., 2013).

Klasifikasi *Rhizophora mucronata* Lamk. menurut Dahari (1991); Tjitrosoepomo (2010), sebagai berikut:

Regnum : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Classis : Dicotyledoneae
Subclassis : Dialypetalae
Ordo : Myrtales
Familia : Rhizophoraceae
Genus : *Rhizophora*
Species : *Rhizophora mucronata* Lamk.

II.1.9. Hutan Mangrove Biringkassi

Pantai Biringkassi, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep merupakan kawasan pesisir semi tertutup dan terdapat enam muara sungai, yaitu: Sungai Pangkajene, Bontorano, Biringkassi, Bungoro, dan Sungai Kayumale. Kondisi fisik dan geomorfologi pantai menunjukkan bahwa daerah ini didominasi oleh batuan sedimen vulkanik yang berasal dari erosi sungai dan abrasi pantai, daerah pesisir diperkirakan sekitar 3/4 mil dari garis pantai ke arah laut. Daerah pesisir tersebut merupakan bagian dari pantai yang ditutupi oleh sedimen hasil erosi dan abrasi yang pada saat air pasang tergenang air dan pada saat surut daerah tersebut

mengalami kekeringan. Secara geografis Pantai Biringkassi terletak pada: 04°50'059"–04°48'03" LS dan 119°29'98"–119°29'596" BT, dengan batas administrasi sebagai berikut: di sebelah utara berbatasan langsung dengan Kecamatan Labbakang; di sebelah selatan dan timur berbatasan dengan Kabupaten Pangkajene; dan barat perairan Selat Makassar (Saru, dkk., 2009).

Pantai Biringkassi Kabupaten Pangkep memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan beberapa wilayah pesisir yang terdapat di Provinsi Sulawesi Selatan khususnya di wilayah pesisir dan pantai terdapat berbagai ekosistem yang berpotensi untuk dimanfaatkan oleh pemangku kepentingan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan pendapatan asli daerah, antara lain: ekosistem mangrove, ekosistem terumbu karang, dan ekosistem lamun (Saru, dkk., 2009). Wilayah laut yang lebih mendominasi menjadikan Kabupaten Pangkep kaya akan hutan mangrove, salah satu hutan mangrove yang terkenal adalah kawasan hutan mangrove yang terletak di Desa Bulu Cindea. Kawasan ini kemudian terus dilestarikan dan dikembangkan oleh masyarakat sekitar guna meningkatkan kualitas dan menunjang kehidupan masyarakat sekitar (Hazar dan Hasriyanti, 2020).

Pantai Biringkassi dengan garis pantai sekitar 3500 meter, ditumbuhi hutan mangrove di sepanjang garis pantai dan muara sungai dengan ketebalan 10-50 meter, mangrove tersebut umumnya merupakan mangrove yang tumbuh secara alami dan merupakan hasil rehabilitasi. Secara keseluruhan luas mangrove di Pantai Biringkassi sekitar 17.5 ha yang tumbuh di garis pantai. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di perairan Pantai Biringkassi ditemukan 3 familia dan 3 spesies mangrove yaitu: Familia Rhizophoraceae, Avicenniaceae, dan

Sonneratiaceae, sedangkan spesies yang diperoleh adalah *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba* dan *Avicennia marina* (Saru, dkk., 2009).

II.2 Penyerapan Karbon

Tumbuhan dapat mereduksi karbon di atmosfer melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai saat karbon didaur ulang ke atmosfer, ia menempati salah satu dari sejumlah kantong atau kumpulan karbon. Semua komponen vegetasi termasuk pohon, semak, liana, dan epifit, merupakan bagian dari biomassa di atas permukaan tanah, sedangkan di bawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga menyimpan karbon selain tanah itu sendiri. Pada tanah gambut, jumlah karbon yang tersimpan mungkin lebih besar daripada karbon yang tersimpan di atas permukaan. Karbon juga disimpan dalam bahan organik mati dan produk berbasis biomassa seperti kayu baik di permukaan maupun di tempat pembuangan akhir. Karbon dapat disimpan dalam kantong atau kolam (*pool*) karbon dalam jangka waktu yang lama atau hanya sebentar (Purnobasuki, 2012).

Perhitungan kandungan karbon yang tersimpan pada tegakan mangrove didekati dengan menghitung biomassa yang terbentuk melalui proses fotosintesis. Semakin tua suatu tegakan, semakin banyak cadangan karbon yang disimpannya. Jenis kayu keras umumnya menyimpan lebih banyak karbon daripada jenis kayu lunak. Oleh karena itu, kandungan karbon untuk setiap jenis vegetasi mangrove dapat berbeda satu sama lain, tergantung pada kerapatan kayu. Semakin tinggi kerapatan kayu, semakin banyak kandungan biomasanya. Semakin besar kandungan biomassa, semakin besar pula kandungan karbon yang tersimpan.

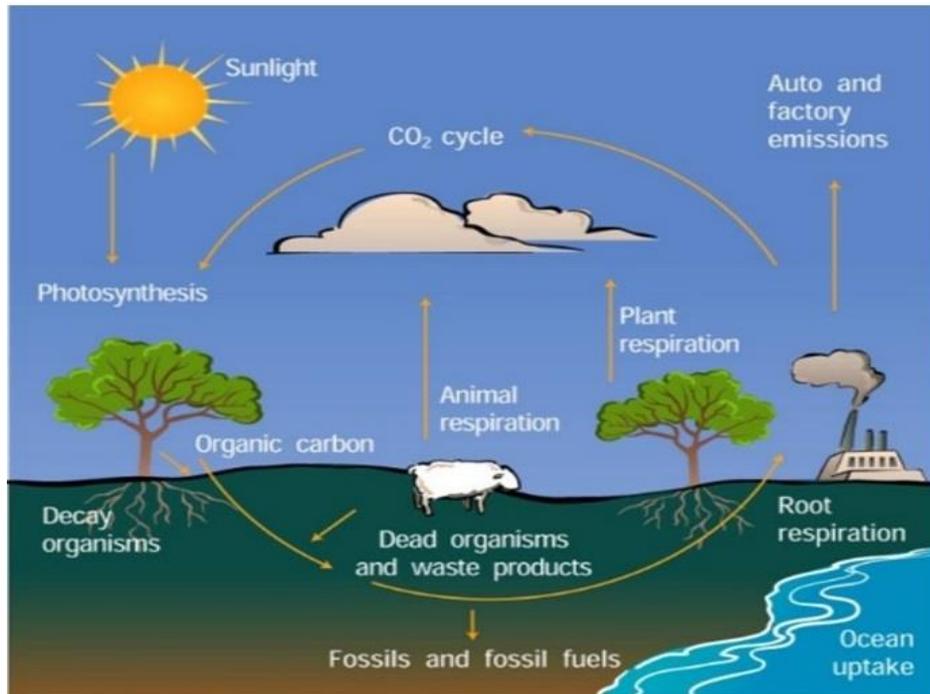
Selama pohon atau tegakan hidup, proses penyerapan CO₂ dari atmosfer terus berlanjut. Kegiatan penebangan pohon atau matinya pohon secara alami dapat menghentikan proses penyerapan CO₂ (Senoaji dan Muhamad, 2016).

II.3 Siklus Karbon

Karbon di alam tidaklah diam, namun mengalami suatu siklus yang menyebabkan karbon mengalami pertukaran antar satu reservoir dengan reservoir lainnya. Reservoir merupakan tempat karbon terakumulasi membentuk simpanan karbon dan tinggal selama kurun waktu tertentu. Terdapat empat reservoir utama karbon di bumi yaitu atmosfer, hidrosfer, biosfer, dan litosfer (Firdaus dan Lady, 2019).

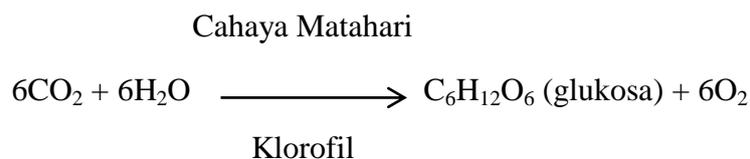
Atmosfer, hidrosfer, biosfer, dan litosfer semuanya menyimpan karbon yang bergerak secara dinamis diantara mereka dari waktu ke waktu. Area penyimpanan ini disebut kantong karbon aktif *active carbon pool*. Deforestasi mengubah keseimbangan karbon dengan meningkatkan jumlah karbon di atmosfer dan mengurangi karbon yang tersimpan di hutan, tetapi hal ini tidak meningkatkan jumlah keseluruhan karbon yang berinteraksi dengan atmosfer. Penyimpanan karbon penting lainnya adalah deposit bahan bakar fosil. Penyimpanan karbon ini tersimpan jauh di dalam perut bumi dan secara alami terpisah dari siklus karbon di atmosfer (Zulkifli, 2010).

Ada beberapa rute perpindahan karbon di alam, Gambar 2 menggambarkan siklus karbon masuk dan keluar atmosfer yang berlangsung secara alami, yang dapat membuat konsentrasi gas CO₂ di atmosfer berfluktuasi. Perpindahan karbon menurut Sarwono (2016), dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Siklus Gas CO₂ di Atmosfer (Sarwono, 2016).

- a. Perpindahan karbon dari atmosfer ke tumbuhan. Karbon dalam bentuk CO₂ yang ada di atmosfer diserap oleh dedaunan dan bereaksi dengan air menjadi karbohidrat pada proses fotosintesis untuk pertumbuhannya. Fotosintesis merupakan salah satu cara asimilasi karbon karena dalam fotosintesis karbon bebas dari CO₂ difiksasi menjadi karbohidrat sebagai molekul yang menyimpan energi, tempat fotosintesis terdapat pada daun yang memiliki sel-sel yang mengandung klorofil untuk menangkap energi matahari (Pertamawati, 2010), reaksi dalam fotosintesis sebagai berikut:



- b. Perpindahan karbon dari tumbuhan ke hewan. Tumbuhan dimakan oleh hewan yang akan menjadi daging dari hewan tersebut. Selanjutnya, hewan tingkat

- rendah dimakan oleh hewan tingkat tinggi dan kemudian terjadi transfer karbon dari satu spesies ke spesies lainnya.
- c. Perpindahan karbon dari tumbuhan dan hewan ke tanah. Ketika tumbuhan dan hewan mati, mereka jatuh ke tanah dan mengalami proses dekomposisi, atau terkubur di lapisan tanah dan menjadi fosil dalam jangka waktu yang lama.
 - d. Perpindahan karbon dari makhluk hidup ke atmosfer. Setiap makhluk hidup melakukan respirasi yang mengeluarkan gas CO_2 ke atmosfer.
 - e. Perpindahan karbon dari fosil ke atmosfer. Bahan fosil ditambang kemudian digunakan sebagai bahan bakar, akan mengeluarkan gas hasil pembakaran seperti CO_2 terbesar dibandingkan dengan sumber GRK lainnya.
 - f. Perpindahan karbon dari atmosfer ke lautan. Lautan atau badan air lainnya menyerap gas CO_2 dari udara menjadi CO_2 terlarut.
 - g. Perpindahan karbon dari senyawa karbonat seperti batuan CaCO_3 yang terurai menjadi oksida dan gas CO_2 . Misalnya dekomposisi karbonat dari pabrik semen dan pengolahan dapur.
 - h. Gunung berapi mengeluarkan asap yang mengandung gas CO_2 .
 - i. Permukaan laut yang airnya makin panas akan mengakibatkan sebagian CO_2 yang terlarut dalam air laut dapat keluar ke atmosfer.

II.4 Menghitung Biomassa dan Karbon

Biomassa dapat dihitung dengan empat cara, yaitu (1) sampling dengan pemanenan *destructive sampling* secara *in situ*; (2) sampling tanpa pemanenan *non-destructive sampling* dengan data pendataan hutan secara *in situ*; (3) pendugaan melalui penginderaan jauh; dan (4) pembuatan model. Untuk masing-

masing metode di atas, persamaan alometrik digunakan untuk mengekstrapolasi potongan data ke area yang lebih luas. Penggunaan persamaan alometrik standar yang telah dipublikasikan sering dilakukan, tetapi dapat mengakibatkan galat *error* yang signifikan dalam mengestimasi biomassa suatu vegetasi. Hal ini disebabkan koefisien persamaan alometrik bervariasi untuk setiap lokasi dan spesies (Katili, dkk., 2020).

Model atau persamaan alometrik yang biasa digunakan adalah dengan menerapkan diameter, tinggi dan berat jenis sebagai nilai penduga. Namun menggunakan diameter sebagai penduga tunggal, biasa digunakan karena relatif lebih mudah dikembangkan dan diterapkan. Pengukuran tinggi pohon pada hutan mangrove pada banyak kasus sangat sulit dilakukan secara akurat. Jika data input yang digunakan memiliki keakurasian yang rendah, maka pendugaan biomassa atau karbon secara total dapat mengalami akumulasi bias yang besar. Penentuan parameter atau penduga yang akan digunakan perlu disesuaikan dengan situasi yang ada (Manuri, dkk., 2011).

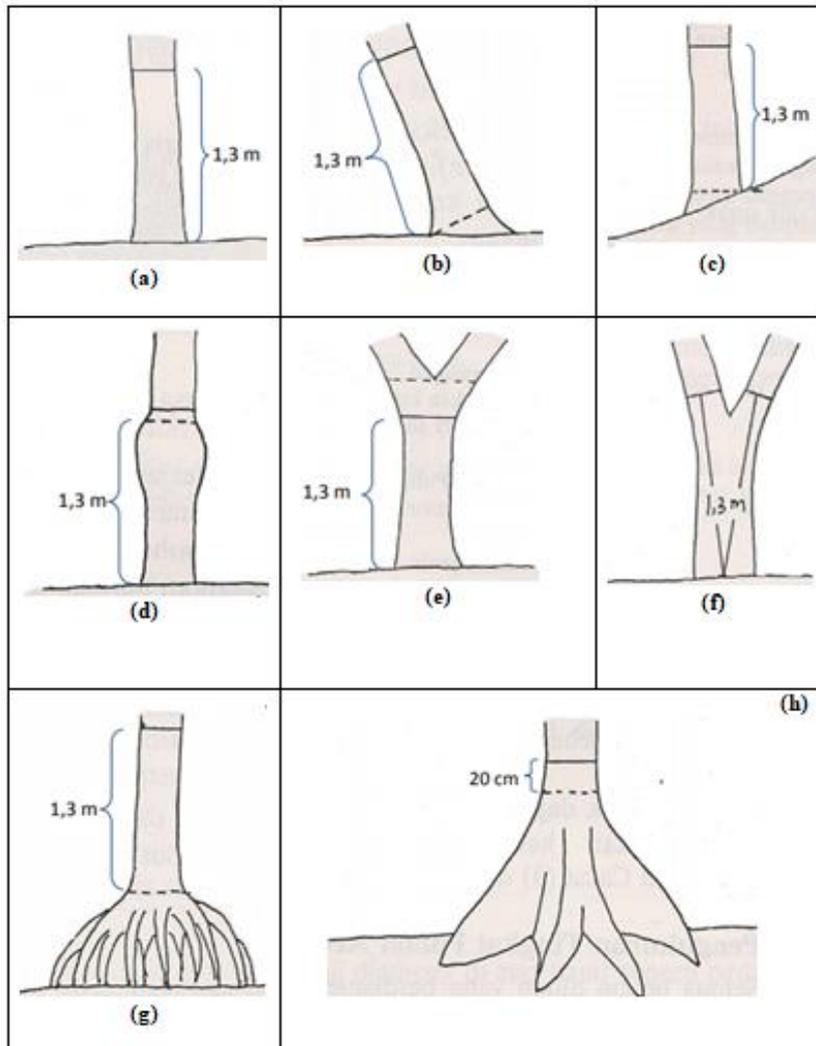
Estimasi biomassa atas permukaan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *non-destructive sampling* secara *in situ*. Metode ini merupakan cara sampling estimasi biomassa atas permukaan dengan melakukan pengukuran tanpa pemanenan. Mekanismenya dilakukan dengan mengukur diameter pohon dan menggunakan persamaan alometrik untuk mengekstrapolasi biomassa. Persamaan alometrik digunakan dalam studi biomassa hutan atau pohon untuk mengetahui hubungan antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat (kering) pohon secara keseluruhan (Sutaryo, 2009).

Menurut Nurrahman, dkk., (2012) tegakan yang digunakan dalam kegiatan analisis vegetasi mangrove adalah sebagai berikut:

- a. Pohon adalah mangrove dengan diameter setinggi dada (1,3 m) > 10 cm dan dibuat petak contoh 10 m x 10 m.
- b. Anakan pohon (pancang) memiliki diameter setinggi dada (1,3 m) < 10 cm dan tinggi > 1,5 m dan dibuat petak contoh 5 m x 5 m.
- c. Semai adalah mangrove dengan tinggi 1 m. Khusus untuk vegetasi semai tidak dilakukan pengukuran diameter, hanya dihitung jumlah individunya (Agustrinal, dkk., 2020).

Metode pengukuran *Diameter Breast Hight* (DBH) menurut Manuri, dkk., (2011) sebagai berikut:

- a. Pohon normal: DBH diukur 1,3 m dari permukaan tanah.
- b. Pohon miring: DBH diukur 1,3 m dari permukaan tanah terdekat, atau searah kemiringan pohon.
- c. Pohon normal pada tanah miring: DBH diukur 1,3 m dari permukaan tanah tertinggi.
- d. Pohon cacat: jika 1,3 m tepat berada pada batang cacat (gembung), DBH diukur pada batas bagian yang mulai normal, di atas atau bawah tergantung yang terdekat.
- e. Pohon cabang: jika 1,3 m tepat berada pada awal percabangan, DBH diukur dibagian bawah cabang yang masih normal.
- f. Pohon cabang: jika 1,3 m berada di atas cabang, ukur DBH di kedua cabang dan dianggap 2 batang.
- g. Pohon berakar penunjang: DBH diukur 1,3 m dari batas atas akar penunjang.
- h. Pohon berbanir dan mangrove: DBH diukur 20 cm dari batas banir.



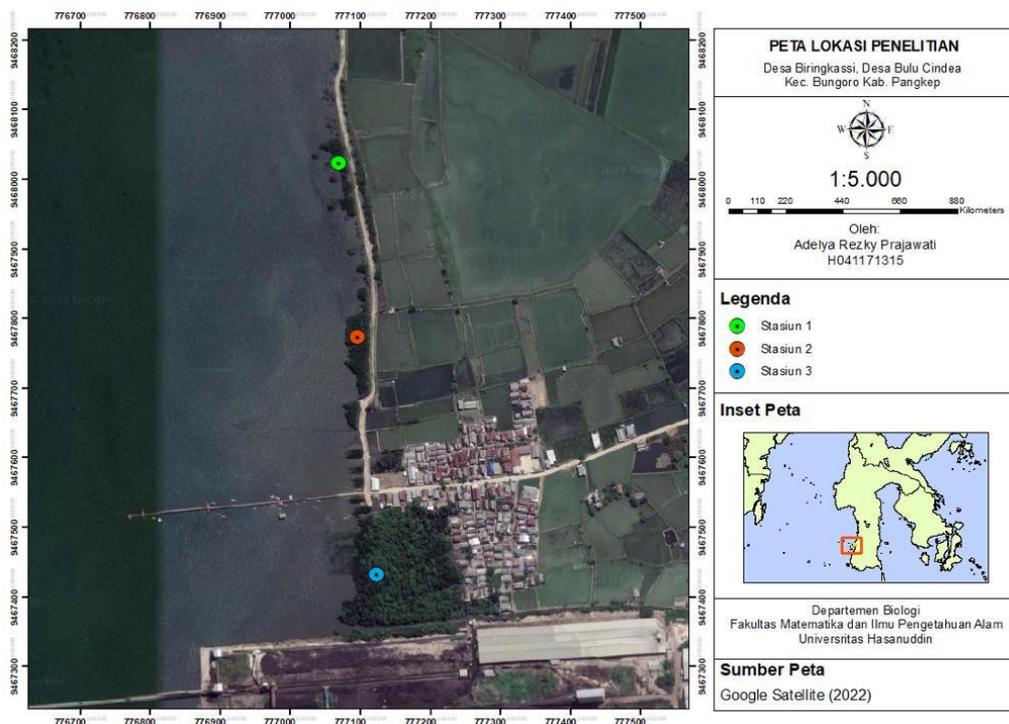
Gambar 3. Kaidah Penentuan Lokasi Pengukuran DBH Pohon (Manuri, dkk., 2011).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Lokasi Penelitian

Kawasan Ekowisata Mangrove Biringkassi merupakan objek wisata mangrove yang terletak pada posisi geografis $4^{\circ}48'38,72''$ LS dan $119^{\circ}29'53,85''$ BT. Hutan mangrove terletak di Dusun Biringkassi, Desa Bulu Cindea, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep. Hutan Mangrove Biringkassi merupakan bagian dari hutan mangrove yang tersebar di pesisir Desa Bulu Cindea. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Denah Lokasi Penelitian (Google Satellite, 2022).

III.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Global Positioning System* (GPS), pita ukur diameter, meteran 100 m, tali raffia, kamera, *tally sheet*, pensil