

**ANALISIS SIMPANAN KARBON PADANG LAMUN DI
PERAIRAN DESA SAPOIHA, KOLAKA UTARA**

**Carbon Storage Analysis of Seagrass Meadows in Waters of Sapoiha
Village, North Kolaka**

NURAZIZAH PRATIWI BAHARUDDIN



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**CARBON STORAGE ANALYSIS OF SEAGRASS MEADOWS IN
WATERS OF SAPOIHA VILLAGE, NORTH KOLAKA**

**Analisis Simpanan Karbon Padang Lamun di perairan Desa Sapoiha,
Kolaka Utara**

**NURAZIZAH PRATIWI BAHARUDDIN
L012202007**

THESIS

Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Magister

**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Analisis Simpanan Karbon Padang Lamun di Perairan Desa Sapoiha,
Kecamatan Watunohu, Kabupaten Kolaka Utara

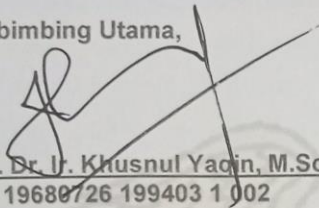
Nama Mahasiswa : Nurazizah Pratiwi Baharuddin

Nomor Pokok : L012202007

Program Studi : Ilmu Perikanan

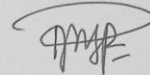
Tesis telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Khusnul Yadin, M.Sc
NIP. 19680726 199403 1 002

Pembimbing Anggota,



Prof. Dr. Rohani AR, M.Si
NIP. 19690913 199303 2004

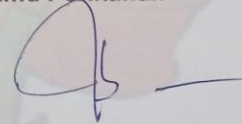
Mengetahui



Dekan
Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan
Universitas Hasanudin

Prof. Safruddin, S.Pi., MP., Ph.D
NIP. 19750611 200312 1 003

Ketua Program Studi
Ilmu Perikanan



Dr. Ir. Badraeni, MP
NIP. 19750611 200312 1 003

Tanggal Lulus : 2 November .2023

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurazizah Pratiwi Baharuddin

NIM : L012202007

Program Studi: S2- Ilmu Perikanan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa tesis dengan judul: "Analisis Simpanan Karbon Padang Lamun di Perairan Desa Sapoiha, Kolaka Utara" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas dari plagiasi. Di dalamnya tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali digunakan sebagai acuan dalam naskah ini. Yang artinya sumber disebutkan sebagai referensi dan dituliskan pula dalam Daftar Pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiasi dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan terkait (Permendiknas No. 17 tahun 2007)

Makassar, 2 November 2023



Nurazizah Pratiwi Baharuddin
NIM. L012202007

PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurazizah Pratiwi Baharuddin

NIM : L012202007

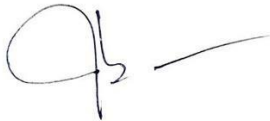
Program Studi : S2-Ilmu Perikanan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan ini tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai pemilik tulisan (Author) dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (Satu tahun sejak pengesahan thesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan thesis ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 2 November 2023

Mengetahui,



Dr. Ir. Badraeni, MP
NIP. 19750611 200312 1 003

Penulis



Nurazizah Pratiwi Baharuddin
NIM. L012202007

ABSTRAK

Nurazizah Pratiwi Baharuddin. L012202007. "Analisis Simpanan Karbon Padang Lamun di perairan Desa Sapoiha, Kolaka Utara" dibimbing oleh Khusnul Yaqin sebagai Pembimbing Utama dan Rohani Ambo Rappe sebagai Pembimbing Anggota.

Padang lamun merupakan ekosistem yang memiliki peranan penting bagi ekosistem bahari secara umum, salah satunya adalah sebagai ekosistem yang berperan dalam memitigasi pemanasan global dengan kemampuannya menyerap dan menyimpan karbon dalam bentuk biomassa melalui proses fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis simpanan karbon padang lamun dan sedimennya serta hubungan antara simpanan karbon dengan kondisi padang lamun di perairan Desa Sapoiha, Kolaka Utara. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode transek garis dan plot kuadran pada masing-masing stasiun untuk pengambilan data persenutupan, kepadatan, biomassa dan sedimen lamun. Nilai simpanan karbon didapatkan dengan metode pengabuan atau LOI (Loss of Ignition). Total terdapat lima spesies lamun yang ditemukan di perairan Desa Sapoiha yaitu *Cymodocea rotundata*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Thalassia hemprichii*, dan *Enhalus acoroides*. Luas padang lamun di perairan Desa Sapoiha, Kec. Watunohu, Kab. Kolaka Utara adalah 17,87 ha dengan rata-rata simpanan karbon lamunnya adalah 0,4907 MgC/ha dan simpanan karbon sedimennya adalah 14 MgC/ha, sehingga total simpanan karbon padang lamun di perairan desa Sapoiha adalah 8,77 MgC dan simpanan karbon pada sedimen lamun adalah 250,18 MgC. Simpanan karbon lamun berbeda tiap jenisnya. Simpanan karbon *Enhalus acoroides* 116,75 gC/m². Simpanan karbon spesies *Thalassia hemprichii* adalah 71,75 gC/m²; *Cymodocea Rotundata* 34,51 gC/m²; *Halodule uninervis* 4,29 gC/m² dan *Halodule pinifolia* 1,62 gC/m². Faktor yang mempengaruhi simpanan karbon padang lamun adalah biomassa, sedangkan faktor yang mempengaruhi simpanan karbon sedimen lamun dengan tingkat korelasi sedang adalah persenutupan lamun.

Kata Kunci: simpanan karbon, padang lamun, biomassa, sedimen, Kolaka Utara

ABSTRACT

Nurazizah Pratiwi Baharuddin. L012202007. "Carbon Storage Analysis of Seagrass Meadows in Waters of Sapoiha Village, North Kolaka". Supervised by Khusnul Yaqin as the principle supervisor and Rohani Ambo Rappe as the co-supervisor.

Seagrass meadows are ecosystems that play a crucial role in marine environments, including mitigating global warming by absorbing and storing carbon in the form of biomass through photosynthesis. This study aims to analyse the carbon storage of seagrass meadows and their sediments, as well as the relationship between carbon storage and the condition of seagrass meadows in the waters of Sapoiha Village, North Kolaka. Sampling was carried out using the transect line and quadrant plot method at each site to collect data on seagrass coverage percentage, density, biomass, and sediment. Carbon storage values were obtained by either combustion or LOI (Loss of Ignition) methods. Overall, five seagrass species were identified in the waters of Sapoiha Village, including *Cymodocea rotundata*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Thalassia hemprichii*, and *Enhalus acoroides*. The village of Sapoiha's seagrass meadows ecosystem consists of a 17.87 hectare with an overall total carbon storage of 759.49 MgC. This comprises 8.77 MgC of seagrass carbon storage and 750.72 MgC of sediment carbon storage. The average carbon storage of seagrass is 0.4907 MgC/ha, whereas the sediment carbon storage amounts to 42.01 MgC/ha. Notably, each species of seagrass has a distinctive carbon storage capacity. The carbon storage of *Enhalus acoroides* is 116.75 gC/m²; *Thalassia hemprichii* is 71.75 gC/m²; *Cymodocea rotundata* is 34.51 gC/m²; *Halodule uninervis* is 4.29 gC/m²; and *Halodule pinifolia* is 1.62 gC/m². Meanwhile, the factors affecting sediment carbon storage are seagrass biomass at the bottom of the substrate, seagrass density, and percent cover. The factors affecting seagrass carbon storage include biomass, percent cover and density of seagrass.

Key Word: carbon storage, seagrass meadows, biomass, sediment, North Kolaka

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil alamin, segala puji bagi Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala limpahan nikmatnya maka sempurnalah segala kebajikan yang tertunaikan. Shalawat menyertai salam juga penulis haturkan kepada Rasulullah *Shallallahu Alaihi wa Sallam*. Tentu atas berkat rahmat-Nya lah sehingga tesis dengan judul “**Analisis Simpanan Karbon Padang Lamun di perairan Desa Sapoiha, Kolaka Utara**” ini dapat diselesaikan sebagaimana mestinya. Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, yaitu pada bulan November-Desember di perairan Desa Sapoiha, Kec. Watunohu, Kab Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Analisis laboratorium dilakukan di laboratorium kimia tanah Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene dan Kepulauan. Tulisan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pembaca serta menjadi bahan informasi dan rujukan, terutama untuk kepentingan pengelolaan dan pengambilan kebijakan padang lamun sebagai salah satu ekosistem yang menunjang produktivitas perikanan di Kab. Kolaka Utara.

Tentu, penulis telah berusaha sebaik mungkin agar laporan ini dapat dipersembahkan dengan baik di hadapan pembaca. Namun tentunya penulis juga menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam laporan ini. Baik kekurangan dari segi konten laporan maupun struktur penulisan laporan.

Akhir kata, penulis berharap laporan skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca sekalian. Khususnya dapat menjadi informasi dan referensi tambahan dalam penelitian-penelitian serupa. Terutama sebagai bahan rujukan bagi pengelolaan lamun kedepannya di Kabupaten Kolaka Utara.

Nurazizah Pratiwi Baharuddin

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| HALAMAN SAMPUL | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | iv |
| PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang | 15 |
| B. Rumusan Masalah | <u>18</u> |
| C. Tujuan dan Manfaat Penelitian | <u>18</u> |
| D. Hipotesis | 18 |
| E. Kerangka Pikir Penelitian | 18 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| A. Karbon Biru (Blue Carbon) | <u>20</u> |
| B. Padang Lamun | <u>25</u> |
| C. Karbon Sedimen | <u>30</u> |
| BAB III METODE PENELITIAN | |
| A. Waktu dan Tempat | <u>32</u> |
| B. Metode Penelitian | <u>32</u> |
| BAB IV HASIL | |
| A. Simpanan Karbon Padang Lamun | 40 |
| B. Simpanan Karbon Sedimen Lamun | 45 |
| C. Total Simpanan Karbon Lamun dan Sedimen Lamun | 46 |
| D. Analisis Fraksi Sedimen | 47 |
| E. Kepadatan dan Persen Tutupan Lamun | 48 |
| F. Kualitas Air | 49 |
| G. Hubungan antara Simpanan Karbon, Biomassa, Persen Tutupan, Kepadatan, dan Kualitas Air | 50 |
| BAB V PEMBAHASAN | |
| A. Simpanan Karbon Lamun | 52 |

| | |
|--|------------------|
| B. Simpanan Karbon Sedimen Lamun..... | 57 |
| C. Kepadatan dan Persen Tutupan Lamun..... | 59 |
| D. Kualitas Air..... | 59 |
| E. Hubungan antara Simpanan Karbon, Biomassa, Persen Tutupan, Kepadatan, dan Kualitas Air | 60 |
| SIMPULAN DAN SARAN | |
| A. Simpulan | 64 |
| B. Saran..... | 64 |
| DAFTAR PUSTAKA | <u>66</u> |
| DAFTAR LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Ringkasan data biomassa dan sifat sedimen dari kumpulan data global..... | 21 |
| Tabel 2. Penelitian terkait estimasi simpanan karbon di Pesisir Indonesia..... | 22 |
| Tabel 3. Sebaran lamun di Indonesia | 28 |
| Tabel 4. Kriteria tingkat kepadatan lamun | 37 |
| Tabel 5. Standar penilaian persen tutupan lamun..... | 38 |
| Tabel 6. Pedoman untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi..... | 39 |
| Tabel 7. Hasil pengukuran kualitas air perairan Desa Sapoiha..... | 49 |
| Tabel 8. Uji Kualitas Air perairan Desa Sapoiha, Kec. Watunohu, KabKolaka Utara..... | 51 |
| Tabel 9. Penelitian terkait simpanan karbon lamun di Indonesia..... | 53 |
| Tabel 10. Penelitian Simpanan Karbon | 57 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Kerangka pikir penelitian | 19 |
| Gambar 2. Alur sederhana penyerapan dan penyimpanan karbon oleh ekosistem mangrove dan padang lamun (SPM: Suspended Particulate Matter) | 20 |
| Gambar 3. Karbon organik rata-rata (\pm SE) (Corg) dan karbon anorganik (Ccarb) pada sedimen di padang lamun (Dianalisis pada tingkat spesies/genus) | 23 |
| Gambar 4. (A) Tumbuhan lamun; (B) Bunga lamun; (C) Buah lamun; (D) Biji Lamun (Sjafrie et al, 2018)..... | 26 |
| Gambar 5. Morfologi Lamun..... | 27 |
| Gambar 6. Peta lokasi penelitian..... | 32 |
| Gambar 7. Gambaran proses kompaksi sedimen selama proses pengambilan sampel | 34 |
| Gambar 8. Simulasi pengambilan data biomassa dan sedimen lamun | 34 |
| Gambar 9. Metode pengambilan data kepadatan dan persentutupan lamun | 37 |
| Gambar 10. Biomassa lamun perairan Desa Sapoiha berdasarkan spesies (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata) | 40 |
| Gambar 11. Estimasi simpanan karbon padang lamun perairan Desa Sapoiha berdasarkan spesies (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata) | 41 |
| Gambar 12. Biomassa padang lamun di perairan Desa Sapoiha berdasarkan stasiun (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata) | 42 |
| Gambar 13. Estimasi simpanan karbon padang lamun perairan Desa Sapoiha berdasarkan stasiun (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata)..... | 42 |
| Gambar 14. Biomassa lamun perairan Desa Sapoiha pada bagian atas dan bawah substrat (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata) | 43 |
| Gambar 15. Estimasi simpanan karbon lamun pada biomassa bagian atas dan bawah lamun (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata) | 45 |
| Gambar 16. Simpanan karbon sedimen padang lamun di perairan Desa Sapoiha (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata)..... | 46 |
| Gambar 17. Simpanan karbon sedimen padang lamun di perairan Desa Sapoiha berdasarkan interval kedalaman (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata)..... | 47 |
| Gambar 18. Peta sebaran lamun di perairan Desa Sapoiha | 47 |
| Gambar 19. Perbedaan fraksi sedimen tiap stasiun | 48 |
| Gambar 20. Kepadatan dan komposisi jenis lamun berdasarkan jenis | 48 |

Gambar 21. Persentase tutupan lamun (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata) 49

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Pengambilan data di lapangan | 74 |
| Lampiran 2. Preparasi dan pengolahan sampel di laboratorium..... | 75 |
| Lampiran 3. Hasil uji statistik simpanan karbon per spesies..... | 76 |
| Lampiran 4. Hasil uji statistik simpanan karbon per stasiun | 77 |
| Lampiran 5. Hasil uji statistik biomassa lamun per spesies..... | 78 |
| Lampiran 6. Hasil uji statistik biomassa lamun per stasiun | 79 |
| Lampiran 7. Hasil uji statistik simpanan karbon berdasarkan bagian..... | 80 |
| Lampiran 8. Hasil uji statistik biomassa lamun berdasarkan bagian..... | 81 |
| Lampiran 9. Hasil uji statistik simpanan karbon pada sedimen lamun | 82 |
| Lampiran 10. Hasil uji statistik simpanan karbon sedimen berdasarkan interval kedalaman | 83 |
| Lampiran 11. Hasil uji statistik kepadatan lamun per spesies | 84 |
| Lampiran 12. Hasil uji statistik persen tutupan lamun per stasiun..... | 85 |
| Lampiran 13. Hasil uji statistik korelasi..... | 86 |

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Padang lamun merupakan ekosistem yang memiliki peranan penting bagi ekosistem pesisir secara umum. Hal ini dikarenakan lamun memiliki fungsi ekologis yaitu sebagai produsen primer dengan tingkat produktivitas yang tinggi (Azkab, 2000), selain sebagai penangkap sedimen, pendaur zat hara, stabilisator dasar perairan (Hartati et al, 2012; Christianen et al, 2014), serta sebagai tempat hidup, mencari makan dan perawatan bagi berbagai jenis biota laut (Sjafrie et al., 2018). Selain itu, lamun juga berperan dalam mengatur siklus karbon di atmosfer (Kennedy et al., 2010; Gullstrom et al., 2018). Menurut Mulyani (2021), lamun berperan penting dalam mengurangi efek perubahan iklim yang merupakan dampak dari pemanasan global akibat meningkatnya suhu rata-rata bumi karena kandungan gas rumah kaca seperti metana, karbondioksida, *Chloro Fluoro Carbon* (CFC), dan lainnya yang semakin hari semakin meningkat di atmosfer (Ainurrohmah & Sudarti, 2022). Peranan lamun dalam mengurangi efek pemanasan global berkaitan erat dengan kemampuannya menyerap dan menyimpan karbon melalui proses fotosintesis (Fourqurean et al., 2012).

Saat ini, pemanfaatan vegetasi sebagai agen mitigasi pemanasan global tidak lagi terfokus pada vegetasi yang ada di darat saja, tetapi juga mulai mempertimbangkan peran vegetasi pesisir seperti padang lamun yang nyatanya mampu menyimpan karbon dua kali lebih baik daripada vegetasi yang ada di hutan (Fourqurean et al, 2012). Hal ini dikarenakan luas tutupan hutan dunia termasuk Indonesia semakin berkurang akibat kebakaran hutan dan lahan (Karhutla) yang akhirnya menyumbang emisi dan berpengaruh terhadap meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer (Ekadinata et al, 2012). Tercatat, terjadi penurunan tutupan pohon (*Tree cover loss*) hutan primer secara global seluas 4,3 juta hektar pada tahun 2015-2019 (Butler, 2020). Sedangkan menurut data terbaru dari University of Maryland menunjukkan bahwa hutan tropis dunia kehilangan 12,2 juta hektar pohon pada tahun 2020 (Weisse dan Goldman, 2022). Maka dari itu, selain dengan upaya penurunan tingkat emisi CO₂ dari kegiatan yang berkaitan dengan bahan bakar fosil, penting untuk mengimbangi upaya ini dengan memaksimalkan peranan vegetasi dalam menyerap karbon melalui proses fotosintesis sebagai upaya mitigasi perubahan iklim akibat pemanasan global. Salah satu vegetasi pesisir yang sangat baik dalam menyimpan karbon adalah padang lamun (Fourqurean et al, 2012).

Menurut Fourqurean et al (2012), ekosistem padang lamun mampu menyerap karbon dari atmosfer dalam jumlah besar yang selanjutnya disimpan dalam bentuk biomassa. Lamun memiliki kemampuan untuk menyerap CO₂ melalui proses fotosintesis. Karbon yang

diserap lamun sebagian digunakan sebagai energi dan sebagian lainnya disimpan dalam jaringan-jaringan tubuhnya dalam bentuk biomassa, baik biomassa di bagian atas substrat, maupun di bawah substrat (Fourqurean et al., 2012). Selain pada jaringan tubuh lamun, sedimen yang berada di bawahnya turut menyimpan karbon sehingga padang lamun dianggap sebagai penyimpan karbon yang efektif (Röhr et al., 2016).

Ekosistem padang lamun dapat menangkap karbon 35 kali lebih cepat dibandingkan dengan hutan hujan tropis (Macreadie et al., 2013). Ekosistem Padang Lamun dapat menyimpan 50-65% karbon organik di pesisir setiap tahun, dan bertanggung jawab atas 18-20% penyerapan karbon global yaitu sekitar 2.744 TgC/Tahun dengan laju rata-rata penguburan karbon sebesar 83-133 gC/m²/tahun walaupun luasannya hanya sekitar 0,1% dari total keseluruhan permukaan laut (Duarte et al, 2005; Duarte et al, 2013; Kennedy et al., 2010; Röhr et al, 2016). Selain itu, padang lamun mampu menyerap karbondioksida yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar fosil sebesar 0,8 % pertahun (Serrano et al., 2018). Potensi penyerapan dan penyimpanan karbon di ekosistem lamun sangat besar karena ekosistem lamun ditemukan hampir di seluruh pesisir di dunia kecuali benua Antartika (Mazarrasa et al., 2017). Selain pada biomasnya, lamun juga dapat menyimpan karbon organik yang besar di dalam sedimen, dimana karbon tersebut merupakan hasil akumulasi selama ratusan tahun (Halim, 2020). Tingginya simpanan karbon sedimen didukung oleh tingginya laju endapan karbon pada biomassa di bagian bawah substrat (Rustam et al., 2021). Lebih penting lagi, ekosistem lamun dapat menyimpan karbon organik dengan rentang waktu berabad-abad jika dibandingkan dengan tanah di terestrial yang hanya mampu menyimpan karbon dengan rentang waktu beberapa dekade saja (Hendriks et al, 2008). Hal ini dikarenakan struktur perakaran lamun yang sangat kompleks dengan akar dan rhizoma yang panjang dan saling terkait satu sama lain sehingga mampu mengikat dan menjaga stabilitas sedimen dengan baik dan membuat karbon yang terkunci di sedimen sulit terlepas kembali ke atmosfer (Gölsenboth et al., 2012). Kondisi ini sangat menguntungkan bagi upaya pemberdayaan ekosistem pesisir dalam rangka mitigasi pemanasan global (Laffoley dan Grimsditch, 2009).

Sejauh ini telah dilakukan beberapa penelitian terkait estimasi simpanan karbon padang lamun di Indonesia yang meliputi perhitungan simpanan karbon pada biomassa lamun bagian atas dan bawah substrat, serta simpanan karbon pada sedimen lamun. Namun sayangnya penelitian mengenai simpanan karbon lamun di Provinsi Sulawesi Tenggara, khususnya di kabupaten Kolaka Utara masih belum dilakukan (Alongi et al, 2015; Wahyudi et al, 2018). Kolaka Utara merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Sulawesi Tenggara dengan panjang garis pantai 293,45 km yang terbentang di sepanjang pantai timur Teluk Bone dengan potensi perikanan yang cukup baik. Inventarisasi data dan pengelolaan sumber daya alam seperti lamun dan terumbu karang masih belum banyak

dilakukan. Fokus pengelolaan Dinas Perikanan Kolaka Utara masih pada kegiatan yang berkaitan dengan pelaku utama perikanan seperti nelayan, pembudidaya dan Unit Pengelolaan Ikan (UPI). Informasi mengenai kondisi umum habitat ikan seperti padang lamun di Kabupaten Kolaka Utara masih sangat minim. Apalagi informasi mengenai stok karbon padang lamun (Dinas Perikanan Kolaka Utara, 2017).

Saat ini, pembahasan mengenai pembangunan ramah karbon untuk meminimalisir dampak dari pemanasan global sedang aktif dibahas di Kabupaten Kolaka Utara sebagai bentuk partisipasi dalam program nasional terkait kebijakan Pembangunan Rendah Karbon (PRK) yang diamanatkan Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. Rencana aksi Indonesia terkait PRK tersebut juga dikuatkan dalam Perpres No 18 Tahun 2020 tentang RPJMN 2020-2024 yang mendorong setiap pemerintah daerah harus mengintegrasikan rencana PRK dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RMJMD). Maka dari itu, penelitian tentang analisis simpanan karbon vegetasi pesisir seperti lamun di Kolaka Utara sebagai salah satu ekosistem yang mampu menangkap dan menyimpan karbon dengan baik akan sangat berguna dalam mendukung kebijakan ini (Macreadie et al., 2013). Selain penelitian mengenai simpanan karbon padang lamun, perlu dilakukan penelitian terkait kondisi umum, luasan, komposisi jenis, dan kualitas air padang lamun. Selain sebagai informasi penunjang dalam penelitian ini, juga sebagai informasi awal terkait penelitian lamun selanjutnya dan sebagai bahan acuan dalam menentukan arah kebijakan terkait ekosistem lamun secara umum sebagai ekosistem yang penting dalam menunjang produktivitas perikanan di Kabupaten Kolaka Utara.

Salah satu wilayah pesisir Kolaka Utara dengan kondisi lamun yang masih cukup baik berada di Perairan Desa Sapoiha (Dinas Perikanan Kolaka Utara, 2017). Menurut penuturan beberapa nelayan dan organisasi selam di Kolaka Utara, perairan Desa Sapoiha merupakan daerah dengan hamparan lamun yang cukup luas dan lebih rapat dibandingkan dengan padang lamun di wilayah lain sehingga tempat ini dijadikan sebagai spot berburu teripang pasir sebagai tambahan pendapatan bagi nelayan setempat. Menurut Rais et al (2023), pengukuran simpanan karbon pada suatu vegetasi akan sangat didukung oleh baik tidaknya kondisi vegetasi di lokasi tersebut. Semakin baik kondisi vegetasinya, maka semakin mudah pula dalam mengestimasi simpanan karbonnya utamanya dengan metode penginderaan jauh.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa estimasi simpanan karbon pada berbagai jenis lamun di perairan Desa Sapoiha, Kec. Watunohu, Kab. Kolaka Utara?
2. Berapa estimasi simpanan karbon sedimen pada ekosistem padang lamun di perairan Desa Sapoiha, Kec. Watunohu Kab. Kolaka Utara?
3. Bagaimana kondisi padang lamun di perairan Desa Sapoiha, Kec. Lasusua, Kab. Kolaka Utara dan hubungannya terhadap simpanan karbonnya?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis simpanan karbon pada berbagai jenis lamun di perairan Desa Sapoiha Kec, Watunohu, Kab. Kolaka Utara.
2. Menganalisis simpanan karbon sedimen pada ekosistem padang lamun di perairan Desa Sapoiha, Kec. Watunohu Kab. Kolaka Utara
3. Menganalisis kondisi padang lamun dan hubungannya dengan simpanan karbon

Kegunaan dari penelitian ini dapat menjadi referensi awal terkait kondisi umum serta estimasi simpanan karbon padang lamun di Kabupaten Kolaka Utara khususnya di perairan Desa Sapoiha. Informasi ini diharapkan mampu menjadi bahan rujukan bagi pemerintah setempat dalam merumuskan kebijakan terkait pengelolaan lamun di Kolaka Utara sebagai salah satu ekosistem yang sangat baik dalam menyimpan karbon, terutama untuk mendukung program pemerintah dalam merealisasikan program Pembangunan Ramah Karbon (PRK) secara menyeluruh dan terintegrasi di seluruh wilayah Indonesia.

D. Hipotesis

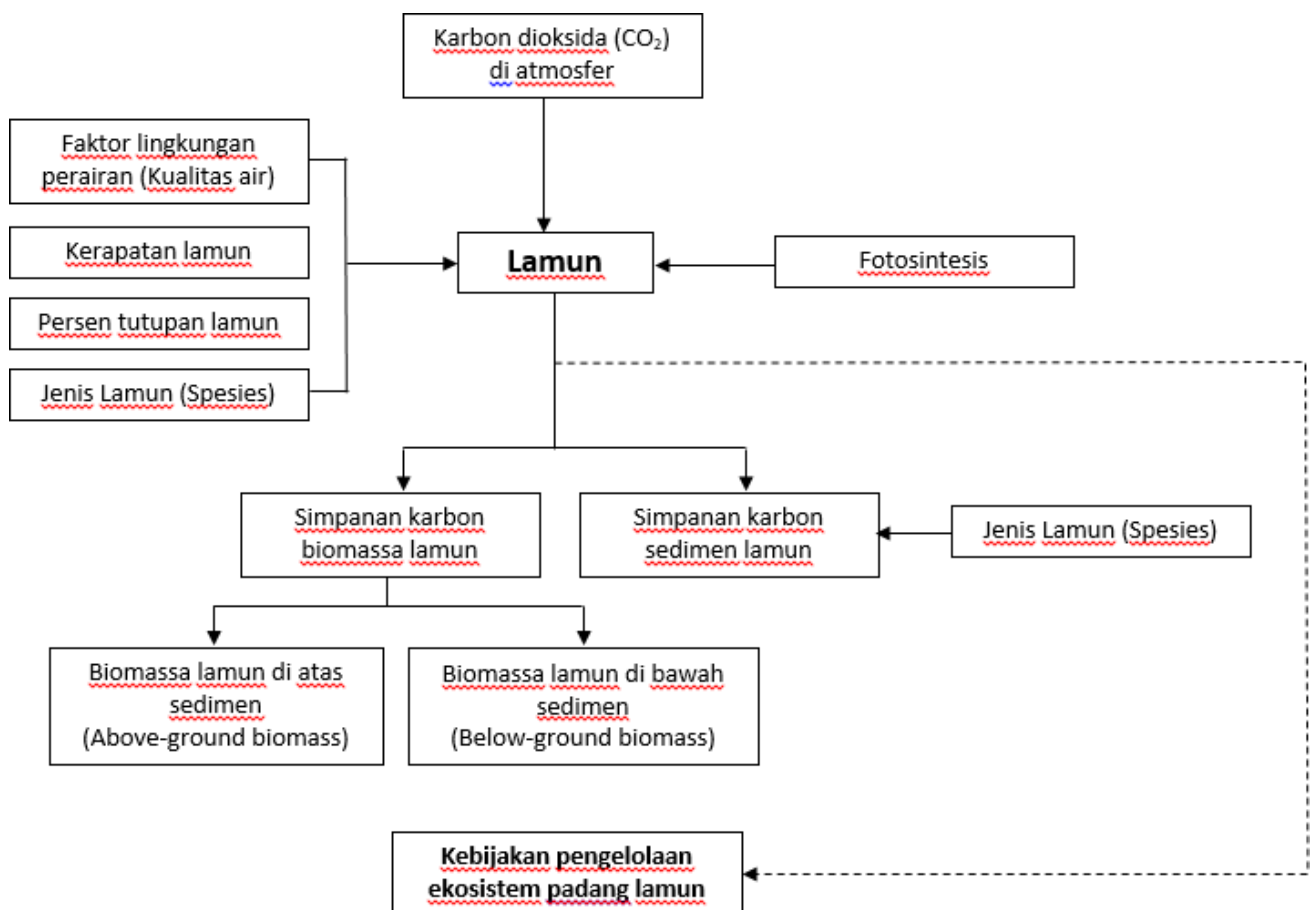
Hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

1. Terdapat perbedaan simpanan karbon pada jenis lamun yang berbeda
2. Simpanan karbon pada sedimen akan berbeda pada tingkat kepadatan lamun yang berbeda dan pada lapisan kedalaman yang berbeda
3. Kondisi padang lamun berpengaruh terhadap simpanan karbon lamun

E. Kerangka Pikir Penelitian

Padang lamun dapat menyerap karbon yang terdifusi ke dalam perairan melalui proses fotosintesis yang selanjutnya digunakan sebagai energi, dan sebagian lainnya disimpan dalam bentuk biomassa tubuhnya yang terdiri atas biomassa bagian atas (Daun, bunga, buah) dan biomassa lamun bagian bawah substrat (Akar dan rhizoma) (Wahyudi et

al, 2018). Tinggi rendahnya simpanan karbon pada biomassa lamun dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti kualitas air; tingkat kepadatan dan persen tutupan lamun (Fourqurean et al., 2012, serta jenis dan ukuran lamun (Lyimo, 2016). Selain pada biomassa, sedimen lamun juga turut serta dalam menyimpan karbon (Halim, 2020; Mazarrasa et al, 2017). Salah satu faktor yang mempengaruhi simpanan karbon pada sedimen adalah ukuran partikel sedimen. Sedimen dengan ukuran yang kecil umumnya akan menyimpan karbon lebih baik dibandingkan dengan sedimen dengan ukuran partikel yang lebih besar (Yunitha, 2015). Maka dari itu penting untuk melihat seberapa besar kemampuan lamun dan sedimennya dalam menyimpan karbon, serta apakah kondisi padang lamun mempengaruhi simpanan karbonnya. Informasi dari penelitian ini selanjutnya dapat digunakan sebagai salah satu bahan rujukan bagi pengelolaan ekosistem lamun kedepannya di Kabupaten Kolaka Utara terutama dalam mendukung program nasional Pembangunan Ramah Karbon (PRK)..



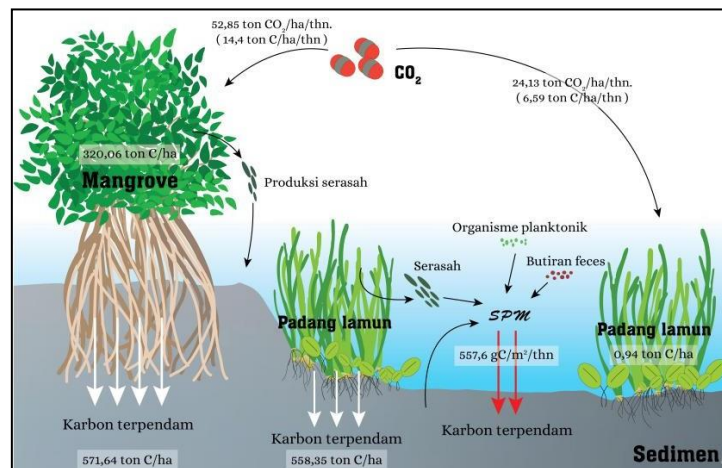
Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Karbon Biru (Blue Carbon)

1. Karbon biru (*Blue Carbon*) dan *Bio-sequestrasi* Padang Lamun

Tanaman berperan dalam menurunkan jumlah karbon di atmosfer melalui proses fotosintesis. Pada proses fotosintesis, tanaman akan membutuhkan CO_2 dan H_2O sehingga menyerap unsur-unsur ini dari lingkungan sekitar, dan dengan bantuan sinar matahari dan klorofil akan mengubahnya menjadi glukosa sebagai sumber energi bagi tanaman dan juga hasil $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ dan O_2 yang dapat memberikan manfaat bagi organisme lain (Purnobasuki, 2012). CO_2 terlarut dalam air, yang merupakan hasil difusi CO_2 ke dalam air dari atmosfer akan diserap oleh lamun untuk digunakan dalam proses fotosintesis. Hasil fotosintesis berupa karbon yang telah diserap akan disimpan dalam bentuk biomassa, baik pada bagian atas (*Cag*, *carbon above ground*) dan bagian bawah (*Cbg*, *carbon below ground*). Guguran material organik seperti serasah dan helaian daun yang telah mati dan juga material organik pada substrat seperti plankton yang mati, juga feses dari berbagai hewan laut juga turut memberikan sumbangan karbon organik dalam tanah. Sistem perakaran lamun dengan rizoma yang rapat juga memungkinkan karbon tersebut terperangkap dalam lingkungan ekosistem padang lamun dan meminimalisir pelepasan CO_2 kembali ke atmosfer. (Wahyudi et al., 2018; Fandi, 2021)



Gambar 2. Alur sederhana penyerapan dan penyimpanan karbon oleh ekosistem mangrove dan padang lamun (SPM: Suspended Particulate Matter) (Wahyudi et al., 2018)

Ekosistem padang lamun menunjukkan kemampuan yang baik dalam menyimpan karbon pada substrat, yaitu sekitar 10 persen pada kawasan perairan dan mampu menyimpan 83.000 metrik ton karbon per kilometer persegi. Angka ini hampir tiga kali lipat dari kemampuan vegetasi di hutan menyerap karbon, yaitu sebesar 30.000 metrik ton per

kilometer persegi (Fourqurean et al., 2012). Ekosistem padang lamun juga dapat menangkap karbon 35 kali lebih cepat dibandingkan dengan hutan hujan tropis dan mampu menangkap dan menyimpan karbon lebih lama dibandingkan dengan vegetasi yang ada di darat (Macreadie et al., 2013). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa lamun dapat menyimpan karbon dengan baik. Di Samudera Hindia Barat, ekosistem padang lamun mampu menyerap karbon dengan baik sebanyak 2134 gC/m² -7305 gC/m² empat kali lebih baik dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki vegetasi yaitu 740 gC/m² - 2610 gC/m² (Gullström et al., 2018). Alongi et al (2015) juga telah mereview beberapa penelitian terkait simpanan karbon di Indonesia dan sebagian besar wilayah mampu menyimpan karbon dengan baik terutama pada bagian sedimen. Selain itu, Fourqurean et al (2012) juga telah melakukan pengukuran jumlah karbon organik yang tersimpan dalam biomassa dan sedimen ekosistem lamun yang terdiri atas 3.640 pengamatan dari 946 lokasi pengambilan sampel berbeda di seluruh dunia dan menemukan bahwa rata-rata jumlah simpanan karbon pada biomassa hidup lamun sebesar 2,52 ± 0,48 Mg C ha⁻¹ dengan dua per tiga karbon terkubur di dalam tanah sebagai rhizoma dan akar. sedangkan pada sedimen di bagian permukaan, diperkirakan simpanan karbon organik sebesar 165,6-329,5 Mg C org ha⁻¹ jauh lebih banyak dibandingkan jumlah simpanan karbon organik pada biomassa lamun.

Tabel 1. Ringkasan data biomassa dan sifat sedimen dari kumpulan data global

| | n | Range | Median | Mean±95%CI |
|--|-------|--------------|--------|-------------|
| Above-ground biomass (MgC _{org} /ha) | 251 | 0.001-5.548 | 0.264 | 0.755±0.128 |
| Below-ground biomass (MgC _{org} /ha) | 251 | 0.001-17.835 | 0.540 | 1.756±0.375 |
| Total seagrass biomass (MgC _{org} /ha) | 251 | 0.001-23.382 | 1.000 | 2.514±0.489 |
| Soil C _{org} (Percentage of dry weight) | 2,535 | 0-48.2 | 1.8 | 2.5±0.1 |
| | 3,561 | 0-48.2 | 1.4 | 2.0±0.1 |
| DBD (g dry weight/ml) | 2,484 | 0.06-2.35 | 0.92 | 1.03±0.02 |

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Gullstrom et al., 2018) di tiga wilayah utama yaitu pantai Afrika Timur, yaitu Pulau Unguja, Tanzania dan Pulau Inhaca Mozambik selatan, simpanan karbon organik pada sedimen mencapai 2134 hingga 7305 g m⁻². Padang lamun bertanggung jawab atas sekitar 10-15% penyimpanan karbon organik laut global yang dianggap sebagai tingkat akumulasi karbon biru tertinggi. Di Indonesia sendiri, dengan kondisi padang lamun seluas 150.693,16 ha Indonesia memiliki total simpanan karbon yang cukup besar yaitu sekitar 141,98 kt C dan 558,35 ton C/ha pada bagian substrat (Hernawan et al, 2017).

Penelitian tentang potensi simpanan karbon lamun di Indonesia telah beberapa kali dilakukan, hanya saja untuk Kabupaten Kolaka Utara penelitian mengenai kondisi lamun secara umum dan potensi simpanan karbon lamun secara khusus di daerah tersebut belum

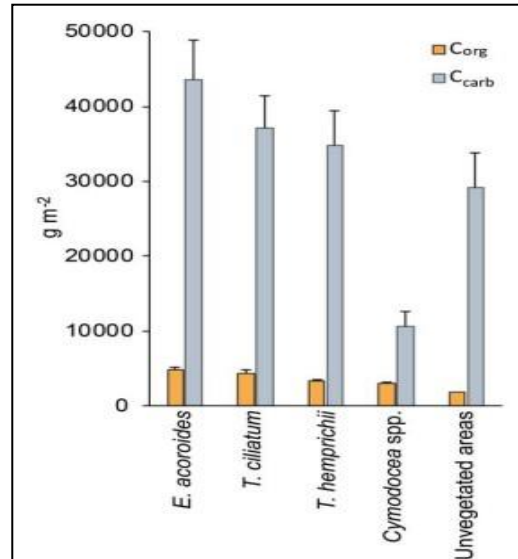
pernah dilakukan. Berikut beberapa penelitian mengenai potensi simpanan karbon di Indonesia

Tabel 2. Penelitian terkait estimasi simpanan karbon di Pesisir Indonesia

| No | Lokasi | Nama Peneliti | Judul Penelitian |
|----|----------------|-------------------------|---|
| 1 | Sulawesi | Supriadi et al, 2013 | Potensi Penyimpanan Karbon Lamun <i>Enhalus Acoroides</i> di Pulau Barrang Lompo Makassar |
| | | Baharuddin, 2019 | Estimasi Simpanan Karbon Padang Lamun di Pulau Badi |
| | | Yunitha, 2015 | Kandungan C-organik pada Lamun Berdasarkan Habitat dan Jenis Lamun di Pesisir Desa Bahoi Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara |
| | | Rustam et al, 2019 | Seagrass Ecosystem Carbon Stock in the Small Island: Case Study in Spermonde Island, South Sulawesi, Indonesia |
| 2 | Maluku | Mashoreng et al, 2018 | Stok Karbon pada Bagian Atas Sedimen Area Padang Lamun di Halmahera Timur, Maluku Utara |
| 3 | Kepulauan Riau | Halim, 2020 | Pengaruh Faktor Lingkungan perairan Terhadap Penyimpanan Karbon Lamun <i>Enhalus acoroides</i> dan <i>Halophila ovalis</i> di Pulau Bintan |
| | | Irawan, 2017 | Potensi Cadangan dan Serapan Karbon oleh Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan |
| | | Khairunnisa et al, 2018 | Estimasi cadang Karbon Padang Lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan |
| 4 | Jawa | Hartati et al, 2017 | Biomassa dan Estimasi Simpanan Karbon pada Ekosistem Padang Lamun di Pulau Menjangan Kecil dan Pulau Sintok, Kepulauan Karimun Jaya |
| | | Rahmawati, 2011 | Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta |
| | | Septiani et al, 2018 | Pemetaan Karbon di Padang Lamun Pantai Prawean Bandengan Jepara |
| | | Zulfikar et al, 2016 | Distribusi dan Kandungan Karbon pada Lamun (<i>Enhalus acoroides</i>) di Pulau Kemujan Taman Nasional Karimunjaya Berdasarkan Citra Satelit |
| 5 | Bali | Graha, 2015 | Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar |
| 6 | Sumatera | Putra, 2017 | Potensi Penyimpanan Karbon pada Lamun (<i>Cymodocea serrulata</i>) di perairan Pulau Poncan Sibolga Provinsi Sumatera Utara |

Karbon organik berpotensi tersimpan dalam sedimen selama berabad-abad hingga ribuan tahun. Kapasitas penyerap karbon yang tinggi dari sistem lamun bergantung pada jalur aliran karbon dan terkait dengan berbagai proses yang rumit. Lamun memiliki biomassa bagian bawah substrat yang lebih besar dibanding biomassa atas berupa sistem perakaran yang kompleks dan saling terkait satu sama lain. Hal ini memungkinkan karbon organik lebih

banyak tersimpan di bagian bawah sedimen. Selain itu kanopi lamun juga mampu menangkap kandungan organik tersuspensi dan membenamkannya dalam sedimen. Selain itu, transfer sedimen ke daerah laut tergolong sedikit sehingga meningkatkan laju pembenaman karbon di sedimen lamun (Gullström et al., 2018; Kennedy et al., 2010)



Gambar 3. Karbon organik rata-rata (\pm SE) (C_{org}) dan karbon anorganik (C_{carb}) pada sedimen di padang lamun (Dianalisis pada tingkat spesies/genus)

2. Biomassa Lamun

Kemampuan lamun dalam menyimpan karbon erat kaitannya dengan biomassa lamun. Lamun dengan biomassa besar berpotensi menyimpan karbon lebih banyak yang merupakan hasil dari fiksasi karbondioksida terlarut melalui fotosintesis (Rustam et al., 2021). Biomassa didefinisikan sebagai total jumlah material organik yang berada di atas maupun di bawah permukaan tanah pada suatu pohon atau tanaman. Pada beberapa jenis tanaman, biomassa dapat diperoleh dengan menghitung berat basah ataupun berat kering yang kemudian dikonversi dalam satuan gram berat kering per meter bujur sangkar (gbk/m²) (Supriadi et al., 2014). Hal yang mempengaruhi biomassa lamun adalah ukuran dan morfologi lamun. Ukuran dan morfologi lamun berbanding lurus dengan biomassa lamun. Lamun dengan biomassa terkecil berasal dari genus *halophila* yang umumnya merupakan spesies pionir pada suatu perairan, sedangkan lamun dengan ukuran terbesar berada pada perairan padang lamun Mediterania yang didominasi oleh spesies *Posidonia oceanica* (Fourqurean et al., 2012; Sjafrie et al., 2018).

Biomassa lamun terbagi menjadi 2 bagian, yaitu biomassa di atas substrat (*above ground/Abg*) dan biomassa di bawah substrat (*below ground/Bg*). Hemminga dan Duarte (2001) dalam penelitiannya menunjukkan susunan arsitektur piramida dari bagian atas substrat (Abg) sampai bagian bawah (Bg) pada beberapa jenis lamun. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa lamun berukuran besar memiliki alokasi biomassa terbesar di bagian

bawah substrat (Bg). *Enhalus accoroides* dan *Thalassia hemprichii* memiliki perbedaan yang cukup signifikan dimana biomassa bawah substrat lebih besar dibandingkan dengan biomassa atas substrat. Penelitian serupa juga menunjukkan hasil yang sama yaitu biomassa bagian bawah lebih besar dibandingkan biomassa di bagian atas (Hartati *et al.*, 2017; Supriadi *et al.*, 2014; Khairunnisa *et al.*, 2018; Baharuddin, 2019)

Menurut Sutaryo (2009) biomassa di atas permukaan adalah semua material hidup yang berada di bagian atas permukaan substrat. Secara umum, bagian tersebut adalah batang tegak, tunggul, cabang, kulit kayu, biji dan pelepah daun. Biomassa bawah permukaan adalah semua biomassa dari akar dan rhizoma tumbuhan yang hidup. Sedangkan menurut Mashoreng *et al* (2018) biomassa lamun terbagi atas biomassa di bagian atas (*above ground*) dan biomassa di bagian bawah (*below ground*). Biomassa di bagian atas terdiri dari daun, seludang dan batang vertikal. Pada beberapa jenis tumbuhan batang vertikal tidak ditemukan, sedangkan biomassa di bagian bawah terdiri dari akar dan rizoma..

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Biomassa

Salah satu faktor yang mempengaruhi biomassa adalah kepadatan lamun. Semakin tinggi kepadatan lamun pada suatu perairan maka semakin tinggi biomassa yang dihasilkan. Semakin besar kepadatan vegetasi pada suatu perairan maka semakin besar pula biomassa vegetasi yang terdapat di dalamnya. Selain dipengaruhi oleh kepadatan dan pertumbuhan lamun, biomassa lamun juga dipengaruhi oleh jenis dan ukuran morfologi lamun, semakin besar ukuran morfologi lamun maka semakin besar biomassa yang dihasilkan (Hutasoit, 2006).

Pertumbuhan dan biomassa lamun dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya suhu, salinitas, kedalaman, kecepatan arus, kekeruhan, dan substrat. Substrat yang menjadi salah satu faktor penting dalam mempengaruhi pertumbuhan dan biomassa lamun memiliki beberapa tipe yaitu substrat pasir, pasir berlumpur lunak, dan karang. Adanya perbedaan pertumbuhan dan biomassa lamun yang berada di substrat pasir, karang dan yang berada di substrat lunak (pasir berlumpur atau lumpur berpasir). Hal ini disebabkan perbedaan kandungan nutrient dan proses dekomposisi pada masing-masing substrat (Alie, 2010). Faktor iklim seperti suhu dan curah hujan juga turut mempengaruhi laju peningkatan karbon biomassa vegetasi. Selain curah hujan dan suhu yang mempengaruhi besarnya biomassa yang dihasilkan, umur, kepadatan tegakan, komposisi dan struktur tegakan serta kualitas substrat akan sangat berpengaruh (Christon *et al.*, 2012).

Unsur nitrogen dan fosfor berfungsi sebagai sumber energi, pertumbuhan dan sebagai pembentuk biomassa lamun itu sendiri. Besarnya biomassa lamun bukan hanya merupakan fungsi dari ukuran tumbuhan, tetapi juga merupakan fungsi dari kepadatan atau kepadatan. Apabila kandungan unsur fosfor tinggi maka biomassa lamun akan tinggi pula, sebaliknya bila kandungan unsur fosfor rendah maka biomassa lamun pun akan rendah pula (Febriyantoro *et al.*, 2015). Begitupua dengan kandungan nitrogen. Nitrogen yang tinggi akan mendukung pertumbuhan biomassa sedangkan kandungan nitrogen yang rendah akan menghambat pertumbuhan biomassa lamun (Supriadi et al, 2006).

B. Padang Lamun

1. Gambaran Umum Padang Lamun

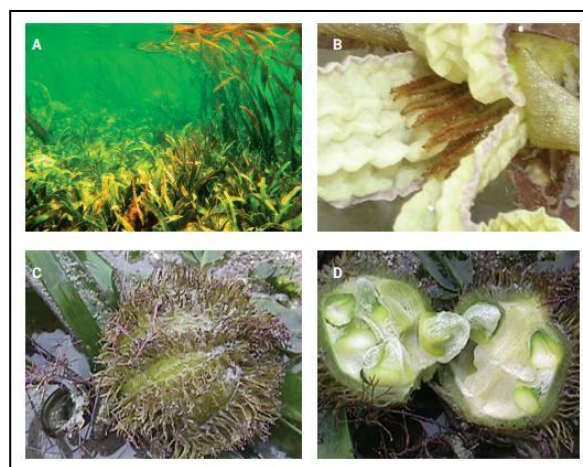
Lamun atau biasa disebut *seagrass* merupakan tumbuhan berbunga/berpembuluh (Angiospermae) yang yang telah menyesuaikan dan dapat tumbuh dengan baik di perairan laut dangkal (Azkab, 1999). Tumbuhan ini mempunyai beberapa sifat yang memungkinkannya hidup terbenam di dalam air, yaitu mampu hidup di media air asin, mampu bermetabolisme dan berfotosintesis normal dalam keadaan terbenam (Baik terbenam seluruh maupun sebagian dari helaian daunnya), mempunyai sistem perakaran dengan rhizoma yang memungkinkan lamun dapat bertahan dari hempasan ombak, dan mampu melaksanakan penyerbukan dan daur generatif dalam keadaan terbenam (Rahman et al, 2016). Lamun dengan membentuk koloni/hamparan di laut dangkal dan umumnya terdiri dari satu spesies yang biasa disebut *monospecific* (Banyak terdapat di daerah temperate) atau lebih dari satu spesies yang biasa disebut *multispecific* (Banyak terdapat di daerah tropis) yang selanjutnya disebut padang lamun (Tangke, 2010).

Lamun termasuk tumbuhan berbiji satu (monokotil) dan ditemukan sekitar 50 spesies, terdiri dari dua suku (famili) yaitu suku *Potamogetonaceae* (9 marga, 35 jenis) dan suku *Hydrocharitaceae* (3 marga, 15 jenis), dengan tingkat keanekaragaman tertinggi di negara tropis. Adapun beberapa jenis lamun yang ditemukan di Indonesia antara lain *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis*, *Halophila spinulosa*, *Halophila minor*, *Halophila decipiens*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Thalassodendron ciliatum*, *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* (Azkab, 1999). Tiga jenis lainnya, yaitu *Halophila sulawesii* merupakan jenis lamun baru yang ditemukan oleh Kuo (2007), *Halophila beccarii* yang ditemukan herbariumnya tanpa keterangan yang jelas, dan *Ruppia maritima* yang dijumpai koleksi herbariumnya dari Ancol-Jakarta dan Pasir Putih-Jawa Timur (Sjafrie et al, 2018).

Ekosistem padang lamun merupakan ekosistem pendukung utama di wilayah pesisir yang pada umumnya terdapat di daerah tropis. Tingginya produksi primer dan struktur habitat yang kompleks pada ekosistem ini mendukung kehidupan biota-biota bentik maupun pelagis yang hidup di ekosistem ini ataupun di sekelilingnya (Kikuchi, 1966; Umar., 2021). Ekosistem padang lamun berperan sebagai pengubur karbon yang mampu menyerap karbon dua kali lipat lebih baik dari vegetasi yang ada di darat (Fourqurean et al, 2012). Sedangkan secara fisik, daun-daun lamun yang lebat akan menghambat arus yang dekat dengan sedimen sehingga terjadi proses sedimentasi sekaligus dengan bantuan akar rimpang lamun dapat mencegah terjadinya erosi (Hartati et al, 2012). Lamun juga menjadi habitat, tempat mencari makan (*Feeding ground*), tempat memijah (*Spawning ground*) serta tempat untuk pembiakan benih (*Nursery ground*) dari berbagai jenis organisme (Sjafrie et al, 2018). Hal ini dapat diartikan bahwa lamun merupakan unsur utama dalam proses-proses siklus yang cukup rumit dan berperan penting dalam memelihara tingginya produktivitas daerah estuaria dan pantai pesisir. (Azkab, 2000;).

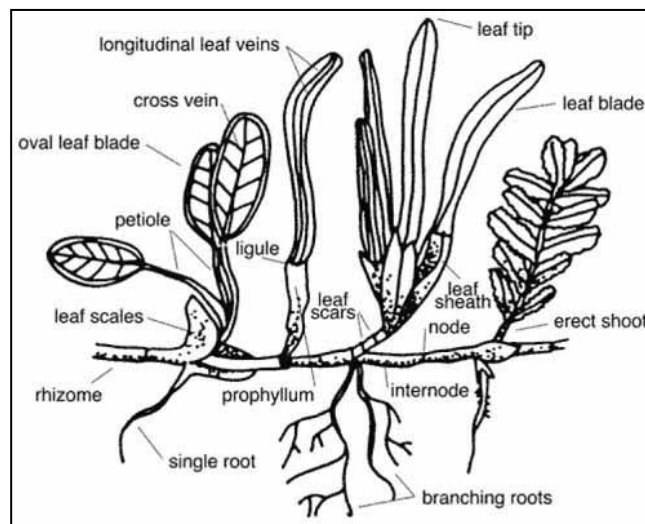
2. Morfologi Lamun

Lamun adalah tumbuhan berbunga (Angiospermae), berbiji satu (Monokotil), memiliki akar, rhizoma, bunga dan buah yang hidup terendam dalam kolom air dan berkembang dengan baik di perairan laut dangkal dan estuari. Umumnya hampir semua genera pada lamun memiliki morfologi yang sama, yaitu batang serta daun yang berkembang dengan baik dan tumbuh tegak di atas rhizoma, batang menjalar yang biasa disebut rhizoma, serta akar yang tumbuh pada tiap ruas rimpang. Bentuk daun lamun umumnya memanjang (linear) atau berbentuk sangat panjang seperti pita/ikat pinggang (*strap shaped*), kecuali pada genus *Halophila* yang umumnya berbentuk bulat telur dan berukuran kecil (Kiswara & Hutomo, 1985; Rahmawati et al, 2014; Sjafrie et al., 2018).



Gambar 4. (A) Tumbuhan lamun; (B) Bunga lamun; (C) Buah lamun; (D) Biji Lamun (Sjafrie et al, 2018)

Menurut Den Hartog (1970), berdasarkan karakter sistem vegetatifnya, lamun dapat dikelompokkan menjadi 6 kategori yaitu (1) Parvozosterid, yaitu lamun dengan daun panjang dan sempit (*Halodule* dan *Zostera* subgenus *Zosterella*); (2) Magnozosterid, yaitu lamun dengan daun panjang atau berbentuk pita tetapi tidak lebar (*Zostera* subgenus *Zostera*, *Cymodocea* dan *Thalassia*); (3) Syringoid, yaitu lamun dengan bentuk daun bulat seperti lidi dengan ujung ranting/subulate (*Syringodium*); (4) Enhalid, yaitu lamun dengan bentuk daun panjang dan kaku seperti kulit (*Leathery linier*) atau berbentuk ikat pinggang yang kasar (*Coarse strap shape*) (*Enhalus*, *Posidonia* dan *Phyllospadix*); (5) Halophilid, yaitu lamun dengan daun berbentuk elips, bulat telur, berbentuk tombak (*Lanceolate*) atau panjang, rapuh dan tanpa saluran udara (*Halophila*); dan (6) Amphibolid, yaitu lamun berkayu, percabangan simpodial, daun tumbuh teratur di kiri dan kanan cabang tegak (*Amphibolis*, *Thalassodendron* dan *Heterozostera*).



Gambar 5. Morfologi Lamun (McKenzie & Yoshida, 2009)

3. Habitat dan Sebaran Lamun

Habitat lamun hanya terbatas pada lingkungan perairan laut dangkal dengan kedalaman berbeda, tergantung dari daya dukung lingkungan terhadap kelangsungan tumbuh lamun. Habitat lamun umumnya berada pada perairan dangkal maupun estuari dengan salinitas yang cukup tinggi. Tumbuh pada substrat berpasir, lumpur berpasir, lumpur lunak dan pecahan karang. Sebaran dan bentuk pertumbuhan spesies lamun dipengaruhi oleh pasang surut serta jenis dan struktur substrat. Spesies lamun yang sama dapat tumbuh pada habitat yang berbeda dengan menunjukkan bentuk pertumbuhan yang berbeda pula dan membentuk zonasi dari asosiasi beberapa jenis spesies lamun. Pasang surut, kedalaman perairan serta struktur substrat mempengaruhi sebaran spesies serta bentuk pertumbuhan lamun. Spesies lamun yang sama dapat tumbuh pada habitat yang berbeda dengan menunjukkan bentuk pertumbuhan yang berlainan tergantung dari faktor internal dan eksternal yang mempengaruhinya (Kiswara & Hutomo, 1985).

Pada daerah dengan substrat berlumpur di sekitar ekosistem mangrove menuju ke arah laut sering dijumpai padang lamun dari spesies tunggal yang berasosiasi tinggi. Sedangkan padang lamun vegetasi campuran biasanya terbentuk di daerah intertidal lebih rendah dan subtidal yang dangkal. Padang lamun tumbuh dengan baik di daerah yang terlindung dan substrat pasir yang stabil, serta dekat sedimen yang bergerak secara horizontal. Pada daerah dimana terjadi abrasi yang tinggi akibat aktivitas organisme bentik seperti udang, moluska, dan cacing, maka kepadatan populasi lamun dan komunitas pionir cenderung berkurang bila dibandingkan dengan padang lamun yang tumbuh di sedimen karbonat yang berasal dari patahan terumbu karang (Enríquez et al., 2001)

Distribusi lamun sangatlah luas, dari daerah perairan dangkal Selandia baru sampai ke Afrika. Dari 12 genera yang telah dikenal, 7 genera diantaranya berada dan tersebar di wilayah tropis (Den Hartog, 1970). Diversitas tertinggi ialah di daerah Indo Pasifik Barat. Komunitas lamun di wilayah ini mempunyai diversitas yang lebih kompleks dibanding yang berada di daerah sedang (Poiner & Robert., 1986). Adapun sebaran lamun di Indonesia dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Sebaran lamun di Indonesia

| Suku | Jenis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| Patamogetonaceae | <i>Halodule uninervis</i> | + | + | + | + | + |
| | <i>Halodule pinifolia</i> | + | + | + | + | + |
| | <i>Cymodocea rotundata</i> | + | + | + | + | + |
| | <i>Cymodocea serrulata</i> | + | + | - | - | + |
| | <i>Syringodium isoetifolium</i> | + | + | + | + | + |
| | <i>Thalassodendron ciliatum</i> | - | - | + | + | + |
| Hydrocharitaceae | <i>Enhalus acoroides</i> | + | + | + | + | + |
| | <i>Halophila decipieae</i> | - | - | - | - | - |
| | <i>Halophila minor</i> | + | + | + | + | + |
| | <i>Halophila ovalis</i> | + | + | + | + | + |
| | <i>Halophila spinulosa</i> | + | + | - | - | + |
| | <i>Thalassia hemprichii</i> | + | + | + | + | + |

Keterangan:

- 1: Sumatera
- 2: Jawa, Bali dan Kalimantan
- 3: Sulawesi
- 4: Maluku dan Nusa Tenggara
- 5: Papua

4. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Lamun

Tinggi rendahnya nilai kepadatan dan biomassa lamun dipengaruhi oleh kualitas perairan baik secara fisik maupun kimiawi (KEPMEN LH No. 51, 2004). Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup lamun adalah:

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter kualitas perairan yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup lamun. Suhu yang optimal untuk

pertumbuhan lamun berkisar antara 30-33°C (KEPMEN LH No. 51, 2004). Suhu yang terlalu tinggi dapat berpengaruh pada proses-proses fisiologi lamun seperti fotosintesis, pertumbuhan dan reproduksi lamun. Meningkatnya suhu cenderung berpengaruh terhadap kelangsungan hidup lamun. Suhu dapat mempengaruhi kehidupan lamun, antara lain dalam hal kelangsungan hidup, proses fotosintesis, distribusi hasil fotosintesis, respirasi, dan pengambilan unsur hara (Supriadi et al, 2006).

2. Salinitas

Lamun tumbuh pada daerah air laut yang memiliki kadar salinitas tinggi. Pada daerah subtidal lamun mampu menyesuaikan diri pada salinitas sekitar 35ppm, dan mampu bertahan pada daerah estuari atau perairan payau. Secara umum, lamun bersifat eurihalin atau memiliki kisaran toleransi salinitas yang tinggi yaitu berkisar 10-45ppm. Jika berada pada kondisi hiposalin (<10 ‰) atau hipersalin (>45 ‰), lamun akan mengalami stress dan mati (Hemminga & Duarte, 2001; Mega, 2012)

3. Derajat keasaman (pH)

Parameter kualitas air yang juga berpengaruh terhadap kelangsungan hidup lamun adalah derajat keasaman perairan atau biasa disebut pH. pH optimal untuk pertumbuhan lamun berkisar 7,26–7,32 (KEPMEN LH No. 51, 2004). pH yang terlalu rendah akan mempengaruhi proses fotosintesis lamun yang selanjutnya akan berpengaruh pada produksi biomassa (La Sara, 2014; Mega, 2012)

4. Kecerahan / Kekeruhan

Setiap makhluk hidup autotrof memerlukan sinar matahari untuk melakukan proses sintesis untuk menghasilkan energi. Baik energi untuk pertumbuhan maupun energi bagi organisme pada tingkat trofik ke dua. Maka dari itu lamun tumbuh di daerah pasang surut / intertidal yang memungkinkan sinar matahari dapat menembus kolom air dengan kedalaman maksimal mencapai 90 m (Sjafrie et al., 2018). Salah satu hal yang dapat menghambat proses pertumbuhan lamun adalah tingginya kekeruhan dapat menghambat cahaya masuk ke dalam air sehingga proses fotosintesis lamun dapat terhambat yang menyebabkan laju pertumbuhan rendah (Supriadi et al, 2006).

5. Nutrien

Terdapat berbagai unsur penting yang berperan sebagai nutrien di perairan, salah satunya adalah Nitrogen (N) dan fosfor (P). Unsur ini berperan sebagai penyubur tanah dan sumber unsur hara bagi pertumbuhan lamun. Selain itu, nitrogen dan fosfor berperan sebagai sumber energi, pertumbuhan dan pembentuk biomassa lamun. Selain terdapat

pada kolom air sebagai bahan organik terlarut, nitrogen dan fosfor juga terdapat di sedimen yang berperan untuk menjaga stabilitas tegakan lamun (Febriyanto et al, 2015).

6. Arus

Peranan arus dalam pertumbuhan lamun yaitu membantu dalam distribusi nutrisi, suhu, dan salinitas di perairan. Kecepatan arus yang optimal untuk mendukung pertumbuhan lamun berkisar 0,14–0,16 m/dtk (KEPMEN LH No. 51, 2004). Arus juga dapat merubah bentuk permukaan substrat secara perlahan yang membawa substrat berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Hal ini akan menjadi masalah bagi jenis lamun yang berukuran kecil karena dapat menyebabkan lamun terkena sedimentasi dan tidak dapat melakukan fotosintesis (Mega, 2012).

C. Karbon Sedimen

Gagasan mengenai padang lamun sebagai salah satu penyerap dan penyimpan karbon yang cukup efektif umumnya didasarkan pada kemampuannya untuk mengakumulasi karbon organik dalam sedimen (Mazarrasa et al., 2017). Pada penelitian yang dilakukan oleh penyerapan dan penyimpanan karbon dalam sedimen berkaitan erat dengan jalur aliran karbon dan terkait dengan berbagai rangkaian proses rumit di perairan. Karbon dioksida ditangkap oleh lamun (dan makhluk hidup autotrof lainnya) melalui proses fotosintesis. Sebagian besar padang lamun memiliki produktivitas yang tinggi ditandai dengan jumlah produksi primer kotor yang melebihi tingkat respirasi dimana aktivitas fotosintesis yang baik, akan mendukung produksi primer bersih yang tinggi dan mendukung penyerapan karbon oleh biomassa yang lebih efisien (Mcleod et al., 2011).

Salah satu faktor yang mempengaruhi perbedaan simpanan karbon pada sedimen lamun adalah kepadatan lamun. Lamun dengan kepadatan tinggi dan homogen cenderung memiliki simpanan karbon yang lebih tinggi pada sedimen dibandingkan dengan lamun dengan kepadatan rendah dan berplot-plot. Hal ini berkaitan dengan kontribusi biomassa lamun terutama pada biomassa bagian bawah dalam menyumbang karbon pada sedimen (Ricart et al, 2017). Peningkatan jumlah simpanan karbon di bawah sedimen didukung oleh biomassa bawah tanah lamun yang jauh lebih besar dibandingkan dengan biomassa atas lamun. Selain itu, produksi akar dan rizoma lamun tergolong tinggi dan cepat sehingga menambah akumulasi karbon dalam sedimen. Seiring dengan bertambahnya sumber karbon organik sedimen yang berasal dari jaringan lamun, kanopi lamun juga membantu menjebak bahan organik tersuspensi dan menahannya di sedimen sebagai masukan bahan organik yang akan diakumulasi dalam sedimen (Hendriks et al, 2008; Kennedy et al., 2010).

Kandungan karbon organik yang tersimpan dalam sedimen lamun dapat sangat bervariasi pada setiap jenis habitat lamun (Lavery et al, 2013; Alongi et al, 2015)),

tergantung pada beberapa faktor biogeokimia dan fisik yang saling terkait satu sama lain pada berbagai tingkat rantai makanan (Samper-Villarreal et al, 2016; Watanabe & Kuwae, 2015). beberapa penelitian menunjukkan bahwa tingginya tingkat akumulasi karbon organik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kompleksitas kondisi lingkungan (Trevathan-Tackett et al., 2015), dinamika produksi dan traspor nutrisi (Armitage & Fourqurean, 2016), hidrodinamika (Samper-Villarreal et al, 2016), kedalaman yang berkaitan dengan tingkat kecerahan, dan ukuran biomassa lamun (Ricart et al., 2017).