

**DISTRIBUSI FOSFAT DAN TUTUPAN LAMUN  
DI PERAIRAN TELUK PANDAN, DESA SUKAJAYA LEMPASING,  
KECAMATAN PADANG CERMIN, KABUPATEN PESAWARAN,  
PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

**Oleh**

Veronicka Kury Devita Sary  
NPM 1814221019



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRACT

### **THE PHOSPHATE DISTRIBUTION AND SEAGRASS COVER IN THE WATERS OF PANDAN BAY, SUKAJAYA LEMPASING VILLAGE, PADANG CERMIN SUB-DISTRICT, PESAWARAN DISTRICT, LAMPUNG PROVINCE**

By

**Veronicka Kury Devita Sary**

Seagrass is one of the coastal ecosystems that requires good water quality, and it's turning effect on the distribution of nutrients phosphate (as soluble and solid phases) in coastal waters. This study was conducted to study the phosphate concentration and phosphate relationship in seagrass ecosystems at Way Kunjir and Mutun Beachs. Soluble phosphate measurement used ascorbic acid method and sediment phosphate measurement used olsen method. Data analysis of the relationship between water parameters and seagrass density using Microsoft XLSTAT software based on principal component analysis (PCA). The results showed that Way Kunjir Beach and Mutun Beach contained three types of seagrasses, namely *E. acoroides*, *T. hemprichii*, and *H. uninervis*. Seagrass ecosystems in Way Kunjir Beach and Mutun Beach had a uniform distribution pattern. Soluble phosphate at Way Kunjir Beach and Mutun Beach were classified in the low category (<0.015 ppm) due to the location was a tourist spot, located near residential areas and salted fish processing centers. The highest sediment phosphate in Mutun Beach was at 34.95 ppm due to tourism and fishing activities. Seagrass community structure in Way Kunjir Beach tent to be influenced by salinity, phosphate, and pH, while seagrass community structure in Mutun Beach tent to be influenced by temperature, DO, current, sediment phosphate, brightness, and depth.

Key words: seagrass, phosphate, nutrients

## ABSTRAK

### DISTRIBUSI FOSFAT DAN TUTUPAN LAMUN DI PERAIRAN TELUK PANDAN, DESA SUKAJAYA LEMPASING, KECAMATAN PADANG CERMIN, KABUPATEN PESAWARAN, PROVINSI LAMPUNG

Oleh

**Veronicka Kury Devita Sary**

Lamun merupakan salah satu ekosistem pesisir yang membutuhkan kualitas air yang baik, dan hal ini berpengaruh terhadap distribusi nutrisi fosfat (dalam bentuk fase terlarut dan padat) di perairan pesisir. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari konsentrasi fosfat dan hubungan fosfat pada ekosistem lamun di Pantai Way Kunjir dan Mutun. Pengukuran fosfat terlarut menggunakan metode samaskorbat dan pengukuran fosfat sedimen menggunakan metode Olsen. Analisis data hubungan antara parameter perairan dan kerapatan lamun menggunakan perangkat lunak Microsoft XLSTAT berdasarkan analisis komponen utama (PCA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun terdapat tiga jenis lamun, yaitu *E. acoroides*, *T. hemprichii*, dan *H. uninervis*. Ekosistem lamun di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun memiliki pola sebaran yang seragam. Data fosfat terlarut di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun tergolong dalam kategori rendah ( $<0,015$  ppm) karena lokasi tersebut merupakan tempat wisata, terletak di dekat permukiman penduduk dan sentra pengolahan ikan asin. Data fosfat sedimen tertinggi terdapat di Pantai Mutun sebesar 34,95 ppm yang disebabkan karena adanya aktivitas pariwisata dan perikanan. Struktur komunitas lamun di pesisir Pantai Way Kunjir dipengaruhi oleh salinitas, fosfat air dan pH, sedangkan struktur komunitas lamun di pesisir Pantai Mutun dipengaruhi oleh suhu, DO, arus, fosfat sedimen, kecerahan, dan kedalaman.

Kata kunci: lamun, fosfat, zat hara.

**DISTRIBUSI FOSFAT DAN TUTUPAN LAMUN  
DI PERAIRAN TELUK PANDAN, DESA SUKAJAYA LEMPASING,  
KECAMATAN PADANG CERMIN, KABUPATEN PESAWARAN,  
PROVINSI LAMPUNG**

**Oleh**

**Veronicka Kury Devita Sary**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Perikanan dan Kelautan  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **DISTRIBUSI FOSFAT DAN TUTUPAN LAMUN  
DI PERAIRAN TELUK PANDAN, DESA SUKAJAYA  
LEMPASING, KECAMATAN PADANG CERMIN,  
KABUPATEN PESAWARAN,  
PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Oeronicka Kury Devita Sary**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1814221019**

Program Studi : **Ilmu Kelautan**

Jurusan : **Perikanan dan Kelautan**

Fakultas : **Pertanian**



Pembimbing I

Pembimbing II

**Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.**  
NIP 19741212 200003 1 002

**Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.**  
NIP 19900120 201903 1 011

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

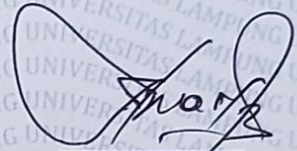
**Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.**  
NIP 19700815 199903 1 001



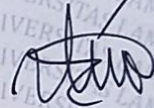
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

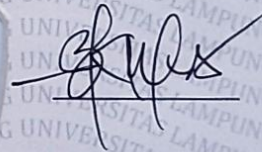
Ketua : **Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.**



Sekretaris : **Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.**



Anggota : **Eko Efendi, S.T., M.Si.**

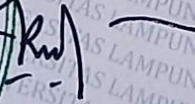


2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

**NIP. 19611020 198603 1 002**



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **5 Juni 2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Veronicka Kury Devita Sary

NPM : 1814221019

Judul Skripsi : Distribusi Fosfat dan Tutupan Lamun di Perairan Teluk Pandan,  
Desa Sukajaya Lempasing, Kecamatan Padang Cermin, Kabupa-  
ten Pesawaran, Provinsi Lampung

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah murni hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya dapatkan. Karya ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan plagiat dari karya orang lain. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandarlampung, 30 November 2023



**Veronicka Kury Devita Sary**



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Semarang, Kabupaten Semarang Barat, Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 22 Desember 2000 sebagai putri pertama dari pasangan Bapak Sahrudin dan Ibu Ut Kurniati. Penulis menyelesaikan pendidikan dari Taman Kanak-kanak ‘Aisyiyah Bustanul Athfal 49 Semarang, kemudian melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Pasar Madang, lalu melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Muhammadiyah 1 Kotaagung dan melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Kotaagung. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi dan diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan sebagai anggota Bidang Pengabdian Masyarakat. Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Widya Selam dan Botani Laut. Penulis melaksanakan rangkaian tugas akhir Kuliah Kerja Nyata di Desa Banjarmasin, Kecamatan Kotaagung Barat, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung selama 40 hari pada bulan Januari-Februari 2021. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktek Umum di Kecamatan Teluk Pandan dengan judul “Kerapatan dan Distribusi Lamun (*Seagrass*) Berdasarkan Zona Kegiatan Berbeda di Perairan Ketapang, Kecamatan Teluk Pandan, Pesawaran”.



## **MOTTO HIDUP**

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Cukuplah Allah (menjadi penolong) bagi kamu dan Dia sebaik-baik pelindung”

(QS. Al-imron: 173)

*“The possibility of all those possibilities being possible is just another possibility  
that can possibly happen”*

(Mark Lee)

## **PERSEMBAHAN**

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur hanya kepada Allah SWT atas segala berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Karya ini penulis persembahkan untuk orang-orang terkasih.

Kedua orang tua, Ibu Uut Kurniati dan Bapak Sahrudin. Terima kasih atas setiap kasih dan dedikasi yang telah diberikan. Terima kasih sudah mengupayakan hingga penulis bisa mengenyam pendidikan hingga ke bangku perkuliahan. Semoga Bunda dan Ayah sehat dan bahagia selalu.

Adikku tersayang, Shandy Iqbal Nazaliansyah dan Kenza Duta Meilansyah. Terima kasih sudah menjadi penyemangat serta menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan pendidikan ini.

Mbah putri dan mbah kakung tersayang, Mamak Murni dan Mbah Lamin. Terima kasih sudah menjadi harapan penulis untuk tetap bertahan sampai di titik hidup ini.

Serta

Almamaterku tercinta, Universitas Lampung

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi dengan judul “Distribusi Fosfat dan Tutupan Lamun di Perairan Teluk Pandan, Desa Sukajaya Lempasing, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Universitas Lampung.

Penyelesaian skripsi tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan.
3. Dr. Hengky Mayaguezz, S.Pi., M.T., selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan.
4. Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I, atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi.
5. Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II, atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Eko Efendi, S.T., M.Si., selaku Dosen Penguji sekaligus Dosen Pembimbing Akademik atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi.
7. Bunda dan Ayah yang telah tabah merawat, mendidik, dan menjadi penyemangat penulis.

8. Mbah Putri dan Mbah Kakung yang menjadi penyemangat penulis.
9. Kedua adikku yang selalu mendukung dan menjadi penyemangat penulis.
10. Teman-teman yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi, Ima Mulani, Nazolla Audia Laresty, Dewi Ratna Sari, Ferdina Humairoh, Suci Arshinta Dewi, Dwi Puspita Sari, dan Iis Istikolah.
11. Teman-teman Program Studi Ilmu Kelautan Angkatan 2018.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga hasil penelitian dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu serta penulis meminta maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan.

Bandarlampung,     November 2023

**Veronicka Kury Devita Sary**  
NPM. 1814221019



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Kerangka Pikir .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Ekosistem Lamun.....	5
2.1.1 Klasifikasi Lamun .....	6
2.1.2 Morfologi Lamun.....	7
2.1.3 Morfometrik Lamun.....	12
2.1.4. Meristik Lamun.....	13
2.2 Identifikasi Spesies Lamun di Indonesia .....	13
2.3 Status Padang Lamun di Indonesia .....	19
2.3.1 Habitat Lamun .....	19
2.3.2 Reproduksi Daur Hidup Lamun.....	20
2.3.3 Faktor Pembatas.....	20
2.3.4 Adaptasi Lamun .....	21
2.3.5 Kondisi Padang Lamun di Indonesia .....	22
2.3.6 Peranan Padang Lamun.....	24
2.3.7 Ancaman Kerusakan Padang Lamun di Indonesia .....	25
2.4 Parameter Lingkungan Perairan.....	26
2.4.1 Suhu .....	26
2.4.2 Salinitas.....	26
2.4.3 pH.....	27
2.4.4 DO.....	27
2.4.5 Fosfat.....	27
2.4.6 Kedalaman Perairan .....	29
2.4.7 Kecerahan .....	29
2.4.8 Kecepatan Arus .....	30
2.5 Fosfat pada Ekosistem lamun .....	30

<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	32
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	32
3.2 Alat dan Bahan .....	33
3.3 Prosedur Penelitian .....	34
3.3.1 Observasi Lapangan .....	34
3.3.2 Pengamatan Lamun .....	34
3.4 Metode Pengambilan Data .....	36
3.4.1 Pengambilan Data Lamun .....	36
3.4.2 Pengambilan Sampel Air .....	37
3.4.3 Pengambilan Sampel Sedimen .....	37
3.5 Pengukuran Fisika-Kimia Perairan .....	38
3.5.1 Kedalaman Perairan .....	38
3.5.2 Pengukuran salinitas .....	38
3.5.3 Pengukuran Kadar pH .....	38
3.5.4 Kecepatan Arus dan Suhu .....	39
3.5.5 Kecerahan Perairan .....	39
3.5.6 Pengukuran DO .....	39
3.5.7 Pengukuran Kandungan Fosfat Air .....	40
3.5.8 Pengukuran Kandungan Fosfat Sedimen .....	40
3.6 Perhitungan Komunitas Lamun .....	41
3.7 Analisis Data .....	46
3.7.1 Analisis Data Parameter Perairan .....	46
3.7.2 Analisis Data Hubungan Parameter Kualitas Air dan Sedimen Terhadap Struktur Komunitas Lamun .....	47
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	48
4.1 Lamun .....	48
4.2 Struktur Vegetasi Lamun .....	48
4.2.1 Kerapatan Jenis Lamun .....	48
4.3 Analisis Indeks Lamun .....	52
4.3.1 Indeks Komunitas .....	52
4.3.2 Indeks Populasi .....	54
4.4 Parameter Fisika–Kimia Perairan .....	55
4.5 Fosfat .....	59
4.5.1 Total Fosfat di Perairan .....	59
4.5.2 Fosfat Sedimen .....	60
4.6 Fraksi Sedimen .....	62
4.7 Konektivitas Lamun dan Lingkungannya .....	63
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	66
5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Faktor-faktor pembatas bagi pertumbuhan lamun.....	22
2. Penilaian penutupan dalam transek kuadran.....	23
3. Kategori tutupan lamun .....	23
4. Skala kondisi padang lamun berdasarkan kerapatan .....	23
5. Tingkat kesuburan perairan berdasarkan kadar fosfat .....	29
6. Klasifikasi kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi fosfat.....	29
7. Alat dan bahan .....	33
8. Spesies lamun yang ditemukan di Pantai Way Kunjir dan Mutun .....	48
9. Kerapatan lamun di Pantai Way Kunjir.....	49
10. Kerapatan lamun di Pantai Mutun.....	49
11. Analisis indeks komunitas lamun di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun...	53
12. Analisis indeks populasi lamun di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun .....	54
13. Parameter fisika dan kimia Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun .....	55
14. Kandungan fosfat pada kolom air di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun...	59
15. Kandungan fosfat pada sedimen di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun.....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran.....	4
2. Bagian-bagian lamun secara morfologi .....	7
3. Morfologi akar lamun .....	7
4. Rhizoma lamun .....	8
5. Morfologi ujung daun lamun .....	9
6. Pola, posisi, dan letak tulang daun lamun.....	10
7. Bentuk tepi daun lamun .....	10
8. Pelepah daun lamun .....	10
9. Posisi pelekatan daun lamun.....	11
10. Bunga pada lamun.....	11
11. Morfologi buah lamun.....	12
12. <i>Scars</i> pada lamun .....	13
13. Morfologi <i>C. serrulata</i> .....	14
14. Morfologi <i>C. rotundata</i> .....	14
15. Morfologi <i>E. acoroides</i> .....	15
16. Morfologi <i>H. pinifolia</i> .....	15
17. Morfologi <i>H. uninervis</i> .....	16
18. Morfologi <i>H. decipiens</i> .....	16
19. Morfologi <i>H. ovalis</i> .....	16
20. Morfologi <i>H. minor</i> .....	17
21. Morfologi <i>H. spinulosa</i> .....	17
22. Morfologi <i>S. isoetifolium</i> .....	18
23. Morfologi <i>T. hemprichii</i> .....	18
24. Morfologi <i>T. ciliatum</i> .....	18



25. Morfologi <i>H. sulawesii</i> .....	19
26. Lokasi Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun .....	32
27. Skema transek kuadran lamun .....	35
28. Transek kuadran 1x1 m <sup>2</sup> .....	35
29. Karakteristik butiran substrat Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun.....	62
30. Analisis PCA antara kondisi perairan dengan kerapatan lamun di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun .....	64

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Lamun merupakan tumbuhan berbiji (*Angiospermae*) yang berbunga dan hidup pada perairan dangkal yang masih mendapatkan zat hara dari lingkungannya (Hartati *et al.*, 2012). Di Indonesia terdapat 13 jenis lamun, salah satu lokasi penyebaran padang lamun di Lampung berada di perairan Teluk Pandan yaitu Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun. Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun termasuk ekosistem pesisir yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas manusia dan pariwisata yang berdampak pada kondisi padang lamun yang mengakibatkan banyak terjadinya degradasi (Rahardiarta *et al.*, 2019). Selain itu, kegiatan penjangkaran perahu dalam jangka waktu lama pada area padang lamun secara langsung akan merusak lamun di bawah kapal. Larkum *et al.* (2006) menyatakan bahwa padang lamun merupakan salah satu ekosistem yang memiliki produktivitas tinggi dan secara ekologi lamun memiliki beberapa fungsi penting di daerah pesisir dan berperan sebagai produsen primer (Nybakken, 1992).

Ekosistem lamun juga berperan penting sebagai *nursery* dan *feeding ground* bagi ikan, krustasea, invertebrata, dan berbagai organisme lainnya. Peran penting lainnya yaitu sebagai *carbondioxide sink*, produsen oksigen, serta merangkap dan mendaur ulang zat hara (Hoek *et al.*, 2016). Zat hara merupakan zat-zat yang diperlukan dan berpengaruh terhadap proses serta perkembangan hidup organisme. Zat hara yang umum menjadi fokus perhatian di lingkungan perairan adalah nitrat dan fosfat (Romimoharto *et al.*, 2001). Fosfat memiliki peran penting bagi pertumbuhan fitoplankton atau alga yang biasa digunakan sebagai indikator kualitas perairan (Faruqi *et al.*, 2015). Kualitas perairan memiliki peranan penting sebagai media tempat hidup banyak biota dan ekosistem lamun (Mustofa, 2015). Secara

alamiah kualitas perairan dipengaruhi oleh faktor konsentrasi zat hara, dimana konsentrasi zat hara memiliki peranan penting untuk kesuburan perairan. Namun dalam kondisi tertentu apabila kandungan zat hara seperti fosfat melewati ambang batas baku mutu akan terjadi penurunan kualitas perairan yang berdampak negatif terhadap biota terutama pada ekosistem lamun (Santoso, 2006).

Ekosistem lamun yang berada di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun berperan penting baik bagi biota yang hidup di sekitaran ekosistem lamun maupun terhadap masyarakat di sekitar pesisir. Lamun memberikan kontribusi pada peningkatan hasil perikanan dan sektor lain seperti pariwisata. Secara tidak langsung ekosistem lamun memberikan manfaat untuk meningkatkan perekonomian bagi masyarakat di wilayah pesisir serta sebagai pelindung pantai dari abrasi di sekitar Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun. Daerah pesisir Pantai Way Kunjir berada dekat dengan permukiman warga dan daerah wisata sehingga dapat memengaruhi kondisi ekosistem lamun.

Ekosistem lamun juga dipengaruhi oleh faktor hidrooseanografi seperti arus laut yang memberikan pengaruh langsung terhadap pola penyebaran zat hara, terutama fosfat di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun. Hal ini dapat disebabkan oleh arus laut yang mendistribusikan fosfat dari satu tempat ke tempat lainnya. Pada saat pasang, arus akan mentransformasikan massa air laut dari laut lepas menuju pantai. Adapun pada saat surut, arus akan mentransformasikan massa air laut dari pantai menuju laut lepas. Dengan adanya hal tersebut, maka limbah-limbah yang berasal dari daratan akan menyebar ke berbagai arah di perairan (Mustofa, 2015). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mempelajari konsentrasi fosfat serta hubungan fosfat di ekosistem lamun di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun yang dapat dijadikan sebagai informasi dan acuan dalam upaya monitoring kesuburan perairan.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian adalah:

1. Membandingkan struktur komunitas lamun di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun.
2. Membandingkan pola distribusi fosfat di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun.
3. Menganalisis hubungan struktur komunitas lamun dengan parameter kualitas perairan dan sedimen di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun.

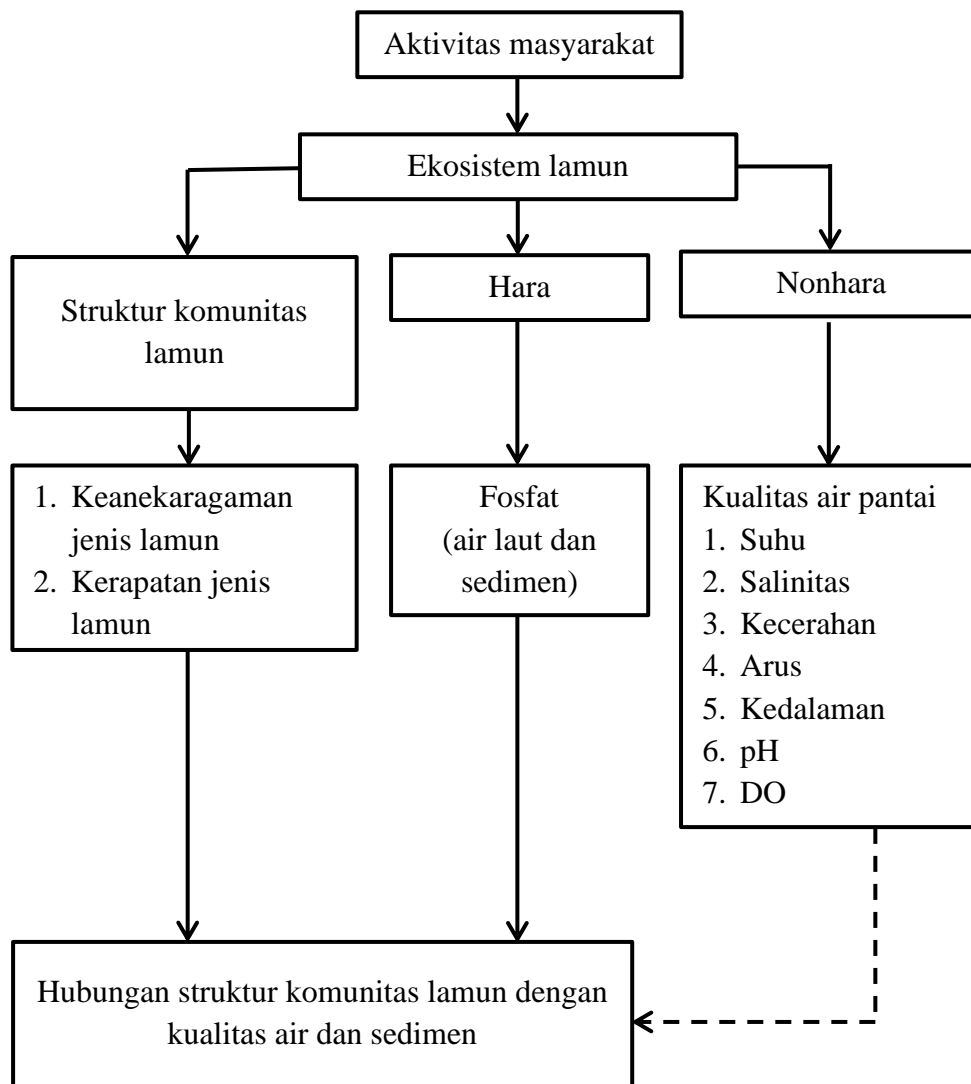
## **1.3 Manfaat Penelitian**

Penelitian bermanfaat sebagai informasi yang dapat digunakan untuk upaya monitoring kesuburan perairan serta memberikan wawasan bagi mahasiswa dalam melakukan kajian lanjut tentang penelitian yang terkait sehingga informasi yang didapatkan lebih beragam.

## **1.4 Kerangka Pikir**

Lokasi penelitian berada di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun yang terletak di Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun memiliki berbagai macam aktivitas masyarakat, seperti penangkapan ikan di laut, aktivitas wisata dan pembuangan limbah rumah tangga yang dapat menurunkan kualitas perairan serta memungkinkan terjadinya penurunan kondisi ekosistem lamun. Kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar 1. Ekosistem lamun merupakan salah satu ekosistem yang memiliki banyak manfaat dan fungsi baik secara ekologis, fisik, biologis, maupun ekonomis. Lamun merupakan salah satu ekosistem yang membutuhkan kualitas perairan yang baik sehingga apabila terjadi penurunan kualitas perairan maka akan berpengaruh terhadap sebaran zat hara terutama kandungan fosfat yang dapat berpengaruh pada kondisi ekosistem lamun.





Gambar 1. Kerangka pemikiran

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ekosistem Lamun

Lamun merupakan tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang hidup dan tumbuh terbenam di lingkungan laut serta memiliki rimpang (rhizoma), akar, dan berkembang biak secara generatif (biji) dan vegetatif. Rimpang pada lamun merupakan batang yang beruas-ruas yang tumbuh terbenam dan menjalar dalam substrat pasir, lumpur, dan pecahan karang (Azkab, 2006). Di perairan Indonesia terdapat 13 jenis lamun yang dapat dijumpai yaitu, *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Halophila decipiens*, *Halophila ovalis*, *Halophila minor*, *Halophila spinulosa*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalassodendron ciliatum*, dan *Halophila sulawesii* (Rahmawati *et al.*, 2014).

Spesies lamun dapat diidentifikasi dari karakteristik morfologi yang secara umum dapat dilihat dari bentuk akar, rhizoma, daun, bunga, dan buah. Lamun merupakan satu-satunya tumbuhan biji yang hidup di laut pada daerah intertidal sampai subtidal (Tjitrosoepomo *et al.*, 2007). Lamun di Indonesia membentuk suatu komunitas monospesifik dan campuran. Komunitas monospesifik terdiri atas satu spesies lamun yang membentuk hamparan luas, sedangkan komunitas campuran terdiri atas beberapa spesies lamun. Komunitas lamun memegang peranan penting baik secara ekologis maupun biologis di daerah pantai dan estuari. Padang lamun mempunyai fungsi ekologis yang sangat penting sebagai daerah pemijahan, pengasuhan, tempat mencari makan, dan daerah pembesaran bagi biota laut (Tangke, 2010).

### 2.1.1 Klasifikasi Lamun

Pada sistem klasifikasi, lamun berada pada subkelas Monocotyledoneae, kelas Angiospermae. Secara rinci klasifikasi lamun adalah sebagai berikut (Rahmawati *et al.*, 2014):

Divisi: Anthophyta

Kelas: Angiospermae

Subkelas: Monocotyledoneae

Ordo: Helobiae

Famili: Hydrocharitaceae

Genus: *Enhalus*

Spesies: *Enhalus acoroides*

Genus: *Halophila*

Spesies: *Halophila ovalis*

*Halophila minor*

*Halophila decipiens*

*Halophila spinulosa*

*Halophila sulawesii*

Genus: *Thalassia*

Spesies: *Thalassia hemprichii*

Famili: Potamogetonaceae

Genus: *Cymodocea*

Spesies: *Cymodocea rotundata*

*Cymodocea serrulata*

Genus: *Halodule*

Spesies: *Halodule pinifolia*

*Halodule uninervis*

Genus: *Syringodium*

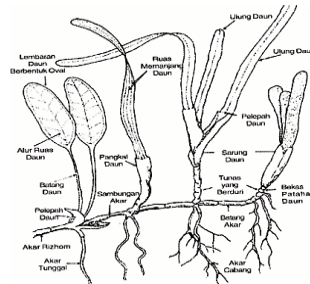
Spesies: *Syringodium isoetifolium*

Genus: *Thalassodendron*

Spesies: *Thalassodendron ciliatum*

### 2.1.2 Morfologi Lamun

Tumbuhan lamun secara morfologis memiliki bentuk yang hampir sama, terdiri atas akar, batang, dan daun. Daun pada lamun umumnya memanjang, kecuali jenis *Halophila* memiliki bentuk daun lonjong (Supriharyono, 2007). Bagian-bagian lamun secara morfologi dapat dilihat pada Gambar 2.

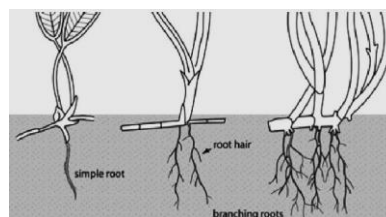


Gambar 2. Bagian-bagian lamun secara morfologi  
Sumber: Rahmawati *et al.* (2014)

Kondisi lingkungan yang berbeda dengan kehidupan di darat menyebabkan lamun memiliki struktur morfologi yang berbeda dari tumbuhan darat. Contohnya sebagian besar tumbuhan darat memiliki akar yang panjang untuk mencapai sumber air tetapi pada tumbuhan lamun yang selalu terendam, seperti lamun, memiliki akar yang pendek. Stomata juga sedikit dijumpai pada lamun karena penguapan hampir tidak terjadi pada lingkungan perairan (Supriharyono, 2007).

#### 1) Akar Lamun

Lamun memiliki sistem perakaran serabut yang berfungsi untuk menancapkan tumbuhan ke substrat serta menyerap zat-zat hara. Akar lamun umumnya pendek dengan beberapa percabangan (*branching root*) atau bahkan tidak memiliki percabangan (*simple root*) seperti pada Gambar 3.

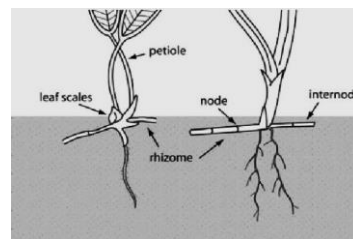


Gambar 3. Morfologi akar lamun  
Sumber: Mckenzie *et al.* (2009)

Akar pada lamun memiliki pusat *stele* yang dikelilingi oleh endodermis. *Stele* (bagian sentral dari akar atau batang) mengandung floem jaringan transport nutrisi dan xilem atau jaringan yang fungsinya untuk menyalurkan air (Supriharyono, 2007).

## 2) Batang Lamun

Batang lamun berbentuk silinder dan tumbuh menjalar di bawah permukaan substrat yang disebut dengan rhizoma. Meskipun rhizoma tumbuh secara horizontal, beberapa spesies memiliki rhizoma yang tumbuh secara vertikal. Rhizoma memiliki buku-buku (*node*) yang mengandung jaringan meristem yang berfungsi untuk membentuk daun dan akar. Buku-buku (*node*) yang satu dengan yang lain dipisahkan oleh ruas-ruas (*internode*). Selain berfungsi sebagai tempat tumbuhnya daun dan akar, rhizoma juga berfungsi sebagai alat perkembangbiakan secara aseksual. Rhizoma lamun dapat dilihat seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Rhizoma lamun

Sumber: Mckenzie *et al.* (2009)

Rhizoma seringkali terbenam di dalam substrat yang dapat meluas secara ekstensif dan memiliki peran yang utama pada reproduksi secara vegetatif yang merupakan hal penting untuk penyebaran dan pembibitan lamun. Volume rhizoma pada lamun sekitar 60-80% dari biomassa lamun (Supriharyono, 2007).

## 3) Daun Lamun

Pada umumnya lamun memiliki daun yang memanjang, tipis dan menyerupai pita serta bentuk pertumbuhannya monopodial. Daun lamun dapat tumbuh langsung dari rhizoma, tangkai daun (*petiole*) atau dari rhizoma yang tumbuh tegak ke permukaan. Daun lamun pada umumnya memiliki kutikula tipis dan jumlah stomata sedikit. Hal ini disebabkan lamun hidup terendam dalam air laut sehingga proses

penguapan relatif kecil. Bentuk dan ukuran daun setiap spesies dapat berbeda sehingga dapat digunakan untuk membedakan spesies lamun.

Secara morfologi daun lamun mudah dikenali dari bentuk daun, ujung daun, dan tidaknya ligula (lidah daun). Daun lamun memiliki dua bagian yang berbeda yaitu pelepah dan daun. Adapun secara anatomi, daun lamun memiliki ciri khas dengan tidak memiliki stomata dan memiliki kutikula yang tipis (Supriharyono, 2007). Morfologi daun yang digunakan untuk identifikasi di antaranya sebagai berikut:

a) Ujung daun

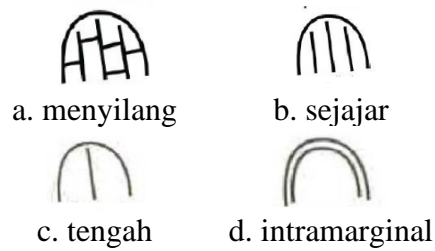
Bentuk ujung daun pada lamun bisa membulat atau meruncing. Ujung daun mudah rusak atau terpotong sehingga untuk mengamati ujung daun lebih baik menggunakan daun lamun yang masih muda. Berikut pada Gambar 5 merupakan variasi bentuk ujung daun pada lamun.



Gambar 5. Morfologi ujung daun lamun  
Sumber: Mckenzie *et al.* (2009)

b) Tulang daun

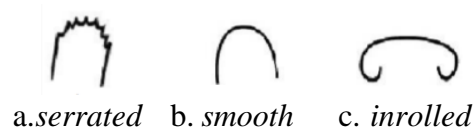
Tulang daun memiliki pola, arah dan letak yang berbeda-beda pada lembaran daun sehingga dapat digunakan untuk identifikasi. Tulang daun bisa menyilang (membentuk garis tegak lurus dengan panjang daun), sejajar (membentuk garis sejajar panjang daun), di tengah (memiliki tulang daun utama yang terletak persis di tengah-tengah daun), dan *mintra marginal* (mengelilingi sisi dalam tepian daun). Berikut pada Gambar 6 merupakan variasi pola, arah dan posisi tulang daun pada lembaran daun.



Gambar 6. Pola, posisi, dan letak tulang daun lamun  
Sumber: Mckenzie *et al.* (2009)

c) Bentuk tepi daun

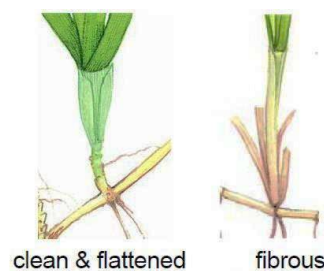
Tepi daun pada lamun memiliki beberapa tipe bentuk yaitu bergerigi (*serrated*), halus (*smooth*), atau menggulung ke dalam (*inrolled*) yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Bentuk tepi daun lamun  
Sumber: Mckenzie *et al.* (2009)

d) Pelepah/pembungkus daun

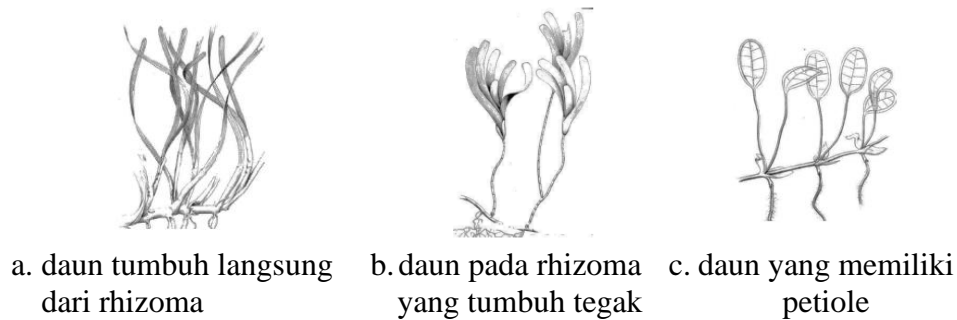
Pelepah berfungsi untuk melindungi daun muda yang sedang tumbuh. Ketika daun sudah mati, pelepah akan tertinggal membentuk serat-serat pada rhizoma. Pelepah lamun ditunjukkan seperti Gambar 8.



Gambar 8. Pelepah daun lamun  
Sumber: Mckenzie *et al.* (2009)

e) Pelekatan daun

Daun lamun dapat melekat langsung ke rhizoma atau dari rhizoma yang tumbuh tegak ataupun dari tangkai daun (*petiole*) seperti pada Gambar 9.

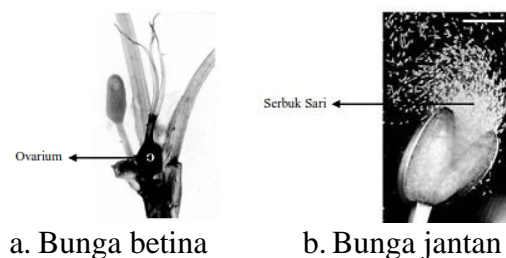


Gambar 9. Posisi pelekatan daun lamun

Sumber: Lanyon (1986)

#### f) Bunga

Bunga berfungsi sebagai alat perkembangbiakan generatif. Struktur bunga pada lamun biasanya lebih sering sederhana dibandingkan dengan bunga tumbuhan darat. Bagian bunga lamun umumnya terdiri dari *perianth* (mahkota dan kelopak tidak dapat dibedakan) benang sari, putik, dan tangkai bunga. Struktur bunga jantan dan bunga betina pada lamun dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Bunga pada lamun

Sumber: Den Hartog *et al.* (1967)

Benang sari adalah alat kelamin jantan sedangkan putik adalah alat kelamin betina. Benang sari dapat dibedakan lagi atas tangkai sari, dan kepala sari sedangkan putik terdiri atas ovarium (bakal buah) dan kepala putik. Bunga jantan adalah bunga yang hanya memiliki alat kelamin jantan (benang sari), sedangkan bunga betina adalah bunga yang hanya memiliki alat kelamin betina (putik) saja (Den Hartog *et al.*, 2006).

#### g) Buah

Setelah proses pembuahan, ovarium berkembang menjadi buah. Pada lamun, struktur dan perkembangan buah tergantung dari struktur pembungaan. Kelompok *Posidoniaceae* memiliki daging buah lunak dan berair, sedangkan kelompok



*Cymodoceae* (*Cymodocea* dan *Halodule*) memiliki lapisan buah yang keras (Den Hartog *et al.*, 2006). Di dalam buah kemungkinan terdapat satu biji atau beberapa biji tergantung dari spesies lamun. Beberapa bentuk buah lamun ditunjukkan seperti pada Gambar 11.



a. *Posidonia hartogii*   b. *H. uninervis*   c. *Cymodocea*

Gambar 11. Morfologi buah lamun

Sumber: Den Hartog *et al.* (2006)

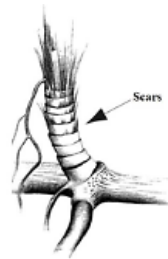
### 2.1.3 Morfometrik Lamun

Morfometrik merupakan ukuran dalam satuan panjang atau perbandingan ukuran bagian-bagian luar tubuh organisme. Ukuran dalam morfometrik adalah jarak antara satu bagian ke bagian tubuh yang lain dan biasanya dinyatakan dalam satuan mm atau cm. Studi morfometrik memiliki tiga manfaat, yaitu membedakan jenis kelamin dan spesies, mendeskripsikan pola-pola keragaman morfologis antar spesies dan mengklasifikasikan serta menduga hubungan filogenik (Cope *et al.*, 2011).

Pada lamun, studi morfometrik menggunakan ukuran panjang daun, lebar daun dan panjang ruas (*internode*). Panjang daun diukur dari buku-buku pada rhizoma sampai ujung daun, sedangkan lebar daun diukur di bagian daun yang terlebar. Panjang ruas diukur dari jarak antar pasangan daun (McDeermid *et al.*, 2003). Daun pada umumnya lebih banyak digunakan dalam studi morfometrik karena daun lebih mudah diamati dan ada sepanjang tahun berbeda dengan struktur reproduksi seperti bunga, buah, dan biji yang ada hanya pada waktu tertentu (Cope *et al.*, 2011).

#### 2.1.4. Meristik Lamun

Karakter meristik berkaitan dengan penghitungan jumlah bagian-bagian tubuh. Meristik adalah sifat-sifat yang menunjukkan jumlah bagian-bagian tubuh luar. Pada lamun sifat meristik yang biasanya digunakan adalah jumlah daun, jumlah tulang daun, dan jumlah bekas pelekatan daun (*scars*) (Hackney *et al.*, 2004). Pada lamun jumlah *scars* dapat digunakan untuk mengetahui umur lamun yang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. *Scars* pada lamun  
Sumber: Lanyon (1986)

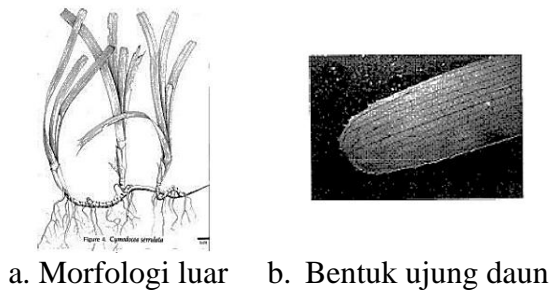
Terdapat perbedaan yang mendasar antara ciri morfometrik dan meristik, yaitu ciri meristik memiliki jumlah yang lebih stabil selama masa pertumbuhan, sedangkan ciri morfometrik berubah secara berkala sejalan dengan ukuran dan umur (Hackney *et al.*, 2004).

#### 2.2 Identifikasi Spesies Lamun di Indonesia

Saat ini jumlah spesies yang terdapat di Indonesia berjumlah 13 spesies. Masing-masing spesies memiliki ciri-ciri morfologi yang berbeda satu dengan yang lainnya (Rahmawati *et al.*, 2014). Berikut adalah identifikasi morfologi lamun yang ada di Indonesia.

##### 1) *C. serrulata*

*C. serrulata* memiliki *leaf sheath* yang berwarna ungu dan terlihat agak sempit di bagian pangkal. Tiap batang pada *C. serrulata* memiliki sekitar 2-5 daun, panjang daun 6-15 cm, dan lebar 0,4-0,9 cm. *C. serrulata* memiliki bentuk ujung daun bergerigi (*serrated*) (Lanyon, 1986). Morfologi *C. serrulata* ditunjukkan pada Gambar 13.

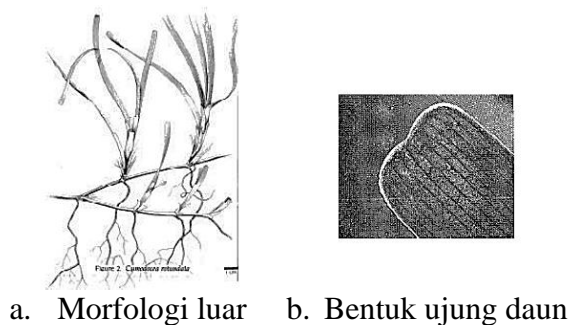


Gambar 13. Morfologi *C. serrulata*

Sumber: Lanyon (1986)

### 2) *C. rotundata*

*C. rotundata* memiliki bentuk batang tegak di tiap buku dengan daun berjumlah 2-7 daun per batang, panjang daun sekitar 7-15 cm, lebar daun yaitu 0,2-0,4 cm, jumlah tulang daun sekitar 7-15 buah dengan posisi longitudinal dan bentuk sedikit melengkung dengan ujung daun membulat (*rotundus*) atau membentuk lekukan jantung (Lanyon, 1986). Morfologi *C. rotundata* ditunjukkan seperti pada Gambar 14.

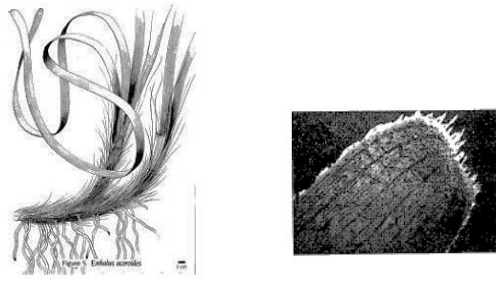


Gambar 14. Morfologi *C. rotundata*

Sumber: Lanyon (1986)

### 3) *E. acoroides*

Lamun *E. acoroides* memiliki daun panjang menyerupai pita dengan panjang 30-150 cm, lebar 1,25-1,75 cm, memiliki bentuk ujung daun membulat dan daun tebal berwarna hijau gelap, memiliki rhizoma yang besar dan tebal (paling tipis 1 cm), memiliki serabut-serabut hitam dengan diam buah berukuran 4-6 cm (Lanyon, 1986). Morfologi *E. acoroides* ditunjukkan seperti pada Gambar 15.

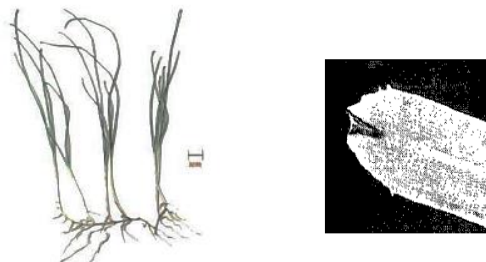


a. Morfologi luar    b. Bentuk ujung daun

Gambar 15. Morfologi *E. acoroides*  
Sumber: Lanyon (1986)

#### 4) *H. pinifolia*

*H. pinifolia* memiliki panjang <20 cm, lebar daun <0,25 mm, ujung daun agak membulat bergerigi. *H. pinifolia* memiliki *central vein* yang berwarna agak gelap membelah di ujung daun menjadi dua (Lanyon, 1986). Morfologi *H. pinifolia* dapat dilihat seperti pada Gambar 16.



a. Morfologi luar    b. Bentuk ujung daun

Gambar 16. Morfologi *H. pinifolia*  
Sumber: Lanyon (1986)

#### 5) *H. uninervis*

*H. uninervis* memiliki ukuran daun lebih besar dibandingkan dengan *H. pinifolia*. *H. uninervis* memiliki lebar daun 0,25-0,5 mm, memiliki bentuk ujung daun dengan tiga titik dan vena sentral tidak membelah menjadi dua (Lanyon, 1986). Morfologi *H. uninervis* dapat dilihat seperti pada Gambar 17.

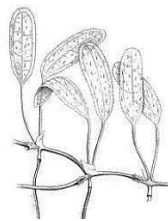


a. Morfologi luar    b. Bentuk ujung daun

Gambar 17. Morfologi *H. uninervis*  
Sumber: Lanyon (1986)

6) *H. decipiens*

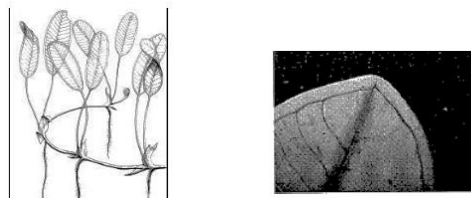
*H. decipiens* memiliki daun berbentuk elips dengan panjang 1-2,5 cm dan lebar 0,05 cm. Daun *H. decipiens* selalu muncul dari buku-buku secara berpasangan, tulang daun tengah terlihat mencolok dan memiliki 6-9 pasang *cross vein* (Lanyon, 1986). Morfologi *H. decipiens* dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Morfologi *H. decipiens*  
Sumber: Lanyon (1986)

7) *H. ovalis*

*H. ovalis* memiliki bentuk daun oval, panjang daun 1-4 cm, lebar 0,5-2 cm, memiliki 10-25 pasang tulang daun yang saling menyilang (*cross vein*). *Cross vein* *H. ovalis* membentuk sudut 45-60°, memiliki rhizoma tipis dan halus (Lanyon, 1986). Morfologi *H. ovalis* dapat dilihat seperti pada Gambar 19.

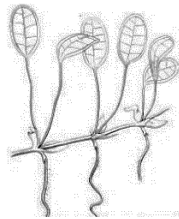


a. Morfologi luar    b. Bentuk ujung daun

Gambar 19. Morfologi *H. ovalis*  
Sumber: Lanyon (1986)

8) *H. minor*

*H. minor* memiliki bentuk daun berbentuk oval dan memiliki *petiole*. *H. minor* memiliki lebar daun kurang dari 0,5 cm, panjang daun 0,5-1,5 cm, memiliki *cross vein* kurang dari 10 pasang dan memiliki rhizoma yang tipis serta halus (Lanyon, 1986). Morfologi *H. minor* tampak seperti pada Gambar 20.



Gambar 20. Morfologi *H. minor*  
Sumber: Lanyon (1986)

9) *H. spinulosa*

*H. spinulosa* memiliki tunas lateral tegak dengan panjang mencapai 15 cm dengan tiap tunas lateral berisi 10-20 pasang daun. *H. spinulosa* memiliki bentuk daun lonjong dengan panjang 1,5-2,5 cm, lebar 0,3-0,5 cm dan bentuk tepi daun bergerigi. Morfologi *H. spinulosa* dapat dilihat seperti pada Gambar 21.

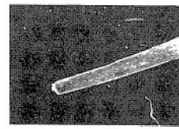
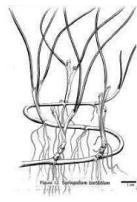


a. Morfologi luar    b. Bentuk ujung daun

Gambar 21. Morfologi *H. spinulosa*  
Sumber: Lanyon (1986)

10) *S. isoetifolium*

*S. isoetifolium* memiliki daun berbentuk silindris dengan diam 0,1-0,2 cm dan panjang daun 7-30 cm, memiliki selubung daun dengan panjang 1,5-4,0 cm (Lanyon, 1986). Morfologi *S. isoetifolium* dapat dilihat seperti pada Gambar 22.

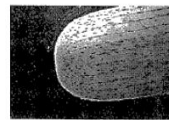


a. Morfologi luar    b. Bentuk ujung daun

Gambar 22. Morfologi *S. isoetifolium*  
Sumber: Lanyon (1986)

11) *T. hemprichii*

*T. hemprichii* memiliki rhizoma cukup tebal mencapai 0,5 cm. *T. hemprichii* memiliki panjang daun 10-40 cm, lebar daun 0,4-1,0 cm, bentuk ujung daun membulat. (Lanyon, 1986). Morfologi *T. hemprichii* dapat dilihat seperti pada Gambar 23.

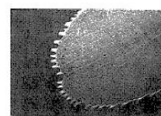


a. Morfologi luar    b. Bentuk ujung daun

Gambar 23. Morfologi *T. hemprichii*  
Sumber: Lanyon (1986)

12) *T. ciliatum*

*T. ciliatum* memiliki rhizoma 0,5 cm, memiliki tunas tegak dengan panjang antara 10-65 cm, memiliki panjang daun 10-15 cm, lebar 0,5-1,4 cm, daun terdapat 17-27 longitudinal *vein* dan ujung daun bulat dan bergigi (Lanyon, 1986). Morfologi *T. ciliatum* dapat dilihat seperti pada Gambar 24.

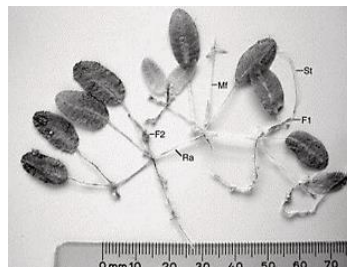


a. Morfologi luar    b. Bentuk ujung daun

Gambar 24. Morfologi *T. ciliatum*  
Sumber: Lanyon (1986)

### 13) *H. sulawesii*

*H. sulawesii* ditemukan oleh John Kuo yang dipublikasikan pada *Jurnal Aquatic Botany* tahun 2007. *H. sulawesii* terdapat gerigi halus pada bagian *serrulated laminal margins*, tetapi pada bagian *laminal* gundul. *H. sulawesii* ditemukan tumbuh pada pasir pecahan karang di kedalaman antara 10 hingga 30 m. Distribusi lamun *H. sulawesii* selama ini baru diketahui pada beberapa perairan di Indonesia seperti Pulau Barrang Lompo, Bone Tambang, Kapoposang, Kodingareng Keke, Kodingareng Lompo, Langkai, dan Samalona Kepulauan Spermonde (Rahmawati *et al.*, 2014). Morfologi *H. sulawesii* dapat dilihat seperti pada Gambar 25.



Gambar 25. Morfologi *H. sulawesii*  
Sumber: Rahmawati *et al.* (2014)

## 2.3 Status Padang Lamun di Indonesia

### 2.3.1 Habitat Lamun

Lamun hidup dan terdapat pada daerah mid-intertidal sampai kedalaman 0,5-10 m, dan sangat melimpah di daerah sublitoral (Barber, 1985). Habitat lamun dapat dilihat sebagai suatu komunitas. Dalam hal ini suatu padang lamun merupakan kerangka struktur dengan tumbuhan dan hewan yang saling berhubungan. Ekosistem padang lamun pada daerah tropik dapat menempati berbagai habitat, dalam hal ini status nutrisi yang diperlukan sangat berpengaruh. Lamun dapat hidup mulai dari nutrisi rendah dan melimpah pada habitat dengan nutrisi tinggi (Tangke, 2010).

Lamun memiliki bentuk vegetatif dengan tingkat keseragaman yang tinggi. Hampir semua genera mempunyai rhizoma dan bentuk daun yang memanjang (*linear*) atau berbentuk sangat panjang seperti ikat pinggang (*strap shaped*), kecuali pada



genus *Halophila* yang umumnya berbentuk bulat telur. Oleh karena itu, lamun pada umumnya dianggap sebagai kelompok tumbuh-tumbuhan yang homogen. Meskipun demikian, pengamatan lebih lanjut memperlihatkan bahwa bentuk pertumbuhannya, sistem percabangan dan struktur anatominya memperlihatkan keanekaragaman yang jelas (Zurba, 2018).

### **2.3.2 Reproduksi Daur Hidup Lamun**

Pertumbuhan lamun dimulai dari biji dan menyebar melalui rhizoma selanjutnya muncul tunas baru sampai akhirnya membentuk padang lamun (Azkab, 2000). Untuk pertumbuhan daun lamun yang baru relatif lebih cepat dari pertumbuhan daun tua. Dalam kondisi perairan, yang memengaruhi kecepatan pertumbuhan lamun adalah substrat. Faktor lingkungan yang memengaruhi laju pertumbuhan lamun salah satunya yaitu kekeruhan dan nitrat. Kekeruhan dapat menghambat cahaya masuk ke dalam air sehingga proses fotosintesis lamun dapat terhambat yang menyebabkan laju pertumbuhan rendah. Sebaliknya, kandungan nitrat yang tinggi cenderung menyebabkan laju pertumbuhan yang tinggi pula. Untuk kepadatan lamun yang tinggi dan konsentrasi bahan organik yang rendah menyebabkan nitrogen dapat menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan lamun (Supriharyono, 2007).

### **2.3.3 Faktor Pembatas**

Pertumbuhan dan kepadatan lamun sangat dipengaruhi oleh pasang surut, salinitas, dan temperatur perairan. Kegiatan manusia di wilayah pesisir seperti perikanan, pembangunan permukiman, pelabuhan dan rekreasi, baik langsung tidak langsung juga dapat memengaruhi eksistensi lamun. Lamun membutuhkan intensitas cahaya yang tinggi untuk melaksanakan proses fotosintesis. Untuk kisaran optimum cahaya tidak dapat dipastikan karena yang paling penting di kedalaman beberapa pun lamun tersebut tumbuh masih dapat dijangkau cahaya matahari maka lamun akan melaksanakan fotosintesis (Supriharyono, 2007).

Padang lamun secara geografis tersebar luas yang diindikasikan oleh adanya kisaran toleransi yang luas terhadap temperatur, tetapi untuk spesies lamun di daerah tropis mempunyai toleransi yang rendah terhadap perubahan temperatur.

Kisaran temperatur optimal bagi lamun adalah 28–30 °C. Kemampuan proses fotosintesis akan menurun dengan tajam apabila temperatur perairan berada di luar kisaran tersebut. Perubahan suhu yang terjadi akan memengaruhi kehidupan lamun, antara lain memengaruhi metabolisme, penyerapan unsur hara, dan kelangsungan hidup lamun. Pada kisaran suhu 25–30 °C fotosintesis bersih akan meningkat dengan meningkatnya suhu. Demikian juga respirasi lamun meningkat dengan meningkatnya suhu, namun dengan kisaran yang lebih luas yaitu 5–35 °C (Kiswara, 2000).

#### **2.3.4 Adaptasi Lamun**

Lamun merupakan tumbuhan yang beradaptasi penuh untuk dapat hidup di lingkungan laut. Eksistensi lamun di laut merupakan hasil dari beberapa adaptasi yang dilakukan termasuk toleransi terhadap kadar garam yang tinggi, kemampuan untuk menancapkan akar pada substrat sebagai jangkar dan juga untuk tumbuh dan melakukan reproduksi pada saat terbenam. Lamun juga memiliki stomata untuk mempertahankan kutikel yang tipis, perkembangan *shrizogenous* pada sistem lakunar dan keberadaan diafragma. Salah satu bentuk adaptasi lamun untuk dapat bertahan pada lingkungannya adalah memiliki akar rimpang (rhizoma) yang membuat lamun mampu bertahan meskipun dengan arus laut yang cukup kencang. Selain itu, lamun memiliki kemampuan untuk melakukan polinasi di bawah air yang dikenal dengan *hydrophilus* (Tangke, 2010). Faktor-faktor pembatas yang menjadi penghalang bagi pertumbuhan di ekosistem lamun dapat dilihat pada Tabel 1.

Spesies lamun mempunyai kemampuan toleransi yang berbeda-beda terhadap salinitas, namun sebagian besar memiliki kisaran yang lebih besar, yaitu antara 40 ppt. Nilai salinitas optimum untuk spesies lamun 35 ppt. Toleransi lamun terhadap salinitas bervariasi antar jenis dan umur. Lamun yang tua dapat menoleransi fluktuasi salinitas yang besar. Pada jenis lamun *T. hemprichii* ditemukan dapat hidup dari salinitas 3,5–60 ppt, namun dengan waktu toleransi yang singkat. Kisaran optimum untuk pertumbuhan *T. hemprichii* yaitu dari salinitas 24–35 ppt. Salinitas juga dapat berpengaruh terhadap biomassa, produktivitas, kerapatan, lebar daun, dan kecepatan pulih lamun.

Tabel 1. Faktor-faktor pembatas bagi pertumbuhan lamun

No	Faktor Pembatas	Pengaruh yang diberikan
1	Suhu	- Suhu optimum untuk fotosintesis dan pertumbuhan.
2	Salinitas	- Stress terhadap tekanan osmotik.
3	pH	- Penurunan pH mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dan produktivitas lamun.
4	DO	- Mengganggu proses pertumbuhan dan reproduksi lamun.
5	Kedalaman	- Penetrasi cahaya. - Peningkatan tekanan. - Memengaruhi distribusi berdasarkan kedalaman hidrostatik.
6	Kecerahan	- Mengganggu proses fotosintesis.
7	Kecepatan arus	- Distribusi spesies. - Proses reproduksi.
8	Pasang surut	- Rentan terjadi kekeringan apabila terekspos dalam waktu yang cukup lama.
9	Antropogenik	- Eutrofikasi. - Eksploitasi sumber daya laut.

Sumber: Tangke (2010)

Padang lamun hidup pada berbagai macam tipe substrat, mulai dari lumpur sampai sedimen dasar yang terdiri dari endapan lumpur halus sebesar 40%. Kedalaman substrat berperan dalam menjaga stabilitas sedimen yang mencakup 2 hal, yaitu pelindung tanaman dari arus air laut dan tempat pengolahan serta pemasok nutrisi (Tangke, 2010). Produktivitas padang lamun juga dipengaruhi oleh kecepatan arus perairan. Kedalaman perairan dapat membatasi distribusi lamun secara vertikal. Lamun tumbuh di zona intertidal bawah dan subtidal atas hingga mencapai kedalaman 30 m. Selain itu, kedalaman perairan juga berpengaruh terhadap kerapatan dan pertumbuhan lamun (Tangke, 2010).

### 2.3.5 Kondisi Padang Lamun di Indonesia

Di Indonesia, kondisi padang lamun telah dikategorikan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004. Dalam kepmen tersebut, kondisi padang lamun terbagi menjadi 3 kategori, yaitu sehat, kurang sehat, dan miskin. Kategori penutupan lamun yaitu sehat jika penutupan lamun di suatu daerah >60%, kurang sehat jika 30-59,9% dan tidak sehat (miskin) jika penutupan antara

0-29,9% sedangkan penilaian penutupan lamun dalam transek dikategorikan dalam beberapa kelas yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Penilaian penutupan dalam transek kuadran

Kelas	Luas area penutupan	%Penutupan area	%Titik tengah (M)
5	$\frac{1}{2}$ - penuh	50-100	75
4	$\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$	25-50	37,5
3	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$	12,5-25	18,75
2	$\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{8}$	6,25-12,5	9,38
1	$<\frac{1}{16}$	$<6,25$	3,13
0	Tidak ada	0	0

Sumber: Rahmawati *et al.* (2014)

Tabel 3. Kategori tutupan lamun

Persentase Penutupan (%)	Kategori
0-25	Jarang
26-50	Sedang
51-75	Padat
76-100	Sangat padat

Sumber: Rahmawati *et al.* (2014)

Data hasil perhitungan kerapatan lamun diketahui untuk menentukan kondisi padang lamun berdasarkan skala kerapatan lamun (Tabel 4).

Tabel 4. Skala kondisi padang lamun berdasarkan kerapatan

Skala kondisi (ind/m <sup>2</sup> )	Kerapatan	Kategori
5	$>175$	Sangat rapat
4	125-175	Rapat
3	75-125	Agak rapat
2	25-75	Jarang
1	$<25$	Sangat jarang

Sumber: Gosari dan Haris (2012)

Perhitungan kondisi lamun dilakukan dengan menggunakan beberapa sumber data. Sumber data pertama berasal dari data monitoring kondisi lamun yang dilakukan oleh P2O-LIPI melalui proyek COREMAP-CTI dan sumber data kedua berasal dari hasil-hasil penelitian oleh berbagai institusi, universitas, LSM, dan sebagainya. Secara umum persentase tutupan lamun di Indonesia yang dihitung dari 166 stasiun pengamatan adalah 41,79%. Apabila nilai tersebut digolongkan mengikuti Kepmen LH No 200 tahun 2004, maka status padang lamun di

Indonesia termasuk dalam kondisi kurang sehat. Hasil asesmen terhadap kondisi padang lamun di Indonesia menunjukkan bahwa pembangunan pesisir (17%) adalah penyebab paling umum hilangnya lamun, dengan reklamasi lahan (12,5%) dan sedimentasi akibat dari deforestasi (8%) juga menjadi faktor yang signifikan. Penyebab lainnya termasuk budi daya rumput laut (8%), penambangan pasir dan karang (8%) dan eksploitasi berlebihan (4%).

### 2.3.6 Peranan Padang Lamun

Peranan ekosistem lamun di lingkungan perairan adalah sebagai berikut (Zurba, 2018):

- 1) Produsen primer: lamun mempunyai tingkat produktivitas primer tertinggi bila dibandingkan dengan ekosistem lainnya di laut dangkal seperti, ekosistem mangrove dan ekosistem terumbu karang.
- 2) Habitat biota: lamun memberikan tempat perlindungan dan tempat menempel berbagai hewan dan tumbuh-tumbuhan (*algae*). Di samping itu, padang lamun dapat juga sebagai daerah asuhan, daerah mencari makan oleh berbagai jenis ikan-ikan karang (*coral fishes*).
- 3) Penangkap sedimen: daun lamun yang lebat akan memperlambat air yang disebabkan oleh arus dan ombak, sehingga perairan di sekitarnya menjadi tenang. rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan.
- 4) Pendaaur zat hara: lamun memegang peranan penting dalam pendauran berbagai zat hara dan elemen-elemen langka di lingkungan laut, khususnya zat hara yang dibutuhkan oleh *algae epifitik*.

Peranan lamun lainnya yaitu lamun digunakan sebagai komoditi yang sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, baik secara tradisional maupun secara modern. Secara tradisional, lamun telah dimanfaatkan untuk dijadikan sebagai kompos atau pupuk, cerutu, mainan anak-anak, dianyam menjadi keranjang, mengisi kasur, diolah menjadi makanan, dibuat menjadi jaring ikan, sedangkan pada zaman modern ini lamun telah dimanfaatkan untuk penyaring limbah, *stabilizator* pantai, bahan untuk pabrik kertas, makanan, obat-obatan, serta digunakan sebagai sumber bahan kimia (Rahmawati *et al.*, 2014).

### 2.3.7 Ancaman Kerusakan Padang Lamun di Indonesia

Secara total 29% lamun dari total lamun di dunia telah hilang sehingga lamun menjadi salah satu ekosistem laut yang terancam. Degradasi habitat dan sumber daya lamun akan mengakibatkan kerugian ekologi dan ekonomi. Ancaman kerusakan padang lamun dapat disebabkan oleh berbagai faktor, yaitu:

#### 1) Aktivitas manusia (antropogenik)

Aktivitas manusia yang dapat menimbulkan kerusakan padang lamun dapat berupa kerusakan fisik misalnya karena penebangan mangrove, penghancuran terumbu karang dan padang lamun. Selain itu, kerusakan lamun juga dapat disebabkan oleh pencemaran dan eksploitasi sumber daya laut secara berlebihan (seperti ikan, moluska, teripang, dan lainnya) (Tangke, 2010).

#### 2) Pemanasan global (*global warming*)

Pemanasan global merupakan ancaman yang baru bagi ekosistem lamun. Sebelumnya kegiatan manusia yang cenderung destruktif merupakan faktor yang memicu hilangnya lamun-lamun di dunia. Menurut Green and Short (2003), menurunnya luas lamun dunia merupakan kombinasi faktor alami dan hasil aktivitas manusia. Dalam beberapa dekade belakangan ini perubahan suhu bumi yang meningkat diduga memengaruhi ekosistem lamun, baik secara langsung maupun tidak langsung. Potensi ancaman pemanasan global terhadap ekosistem lamun, sebagai berikut:

##### a. Peningkatan CO<sub>2</sub>

Peningkatan CO<sub>2</sub> pada batasan normal dapat meningkatkan produktivitas lamun (Green and Short, 2003), namun kenaikan secara terus menerus dapat mengakibatkan penurunan pH sehingga dapat memengaruhi fotosintesis dan pertumbuhan lamun (Bjork *et al.*, 2008).

##### b. Penurunan pH perairan

Peningkatan kadar CO<sub>2</sub> terlarut menurunkan pH air laut atau dengan kata lain terjadi pengasaman air laut. pH air laut yang rendah berpengaruh negatif terhadap lamun untuk melakukan proses fotosintesis dan produktivitas lamun (Bjork *et al.*, 2008).

### c. Peningkatan suhu

Peningkatan suhu akan berdampak terhadap pergeseran distribusi lamun, perubahan pola reproduksi seksual, perubahan tingkat pertumbuhan dan metabolisme, dan perubahan keseimbangan karbon. Suhu yang tinggi juga dapat meningkatkan pertumbuhan alga dan epifit sehingga mengurangi ketersediaan sinar matahari bagi lamun yang dibutuhkan untuk bertahan hidup. Tanggapan lamun terhadap meningkatnya suhu air akan bergantung pada toleransi suhu setiap spesies yang berbeda-beda (Short *et al.*, 2001).

## **2.4 Parameter Lingkungan Perairan**

### **2.4.1 Suhu**

Suhu merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan penyebaran lamun. Beberapa peneliti melaporkan bahwa perubahan suhu akan membawa pengaruh terhadap kehidupan lamun. Suhu dapat memengaruhi metabolisme penyerapan unsur hara dan kelangsungan hidup lamun (Supriharyono, 2007). Kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan lamun menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 sesuai dengan baku mutu berkisar 28-30 °C, apabila suhu perairan berada di luar kisaran optimal tersebut, maka kemampuan lamun dalam proses fotosintesis akan menurun.

### **2.4.2 Salinitas**

Salinitas adalah total konsentrasi ion-ion terlarut yang terdapat di perairan. Salinitas dinyatakan dalam satuan ppt. nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5 ppt, perairan payau antara 0,5-30 ppt dan perairan laut 30-40 ppt, sedangkan salinitas sesuai dengan baku mutu berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 berkisar antara 33-34 ppt. Pada perairan pesisir, nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dan sungai. Lamun memiliki kemampuan toleransi yang berbeda terhadap salinitas, namun sebagian besar memiliki kisaran antara 10-40 ppt. Walaupun spesies lamun memiliki toleransi terhadap salinitas yang berbeda-beda, namun sebagian besar memiliki kisaran yang besar terhadap salinitas yaitu

antara 10-30 ppt. Dampak dari penurunan salinitas yaitu dapat menurunkan kemampuan fotosintesis pada lamun (Simanjuntak, 2012).

### **2.4.3 pH**

Derajat keasaman air biasanya dimanfaatkan untuk menentukan indeks pencemaran dengan melihat tingkat keasaman atau kebasaaan. Nilai pH yang optimal bagi kehidupan organisme akuatik sesuai dengan baku mutu Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 berkisar antara 7-8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam atau basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Effendi, 2003).

### **2.4.4 DO**

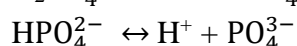
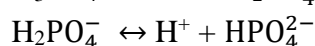
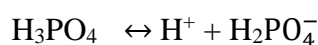
DO merupakan kandungan oksigen yang terlarut dalam perairan yang merupakan suatu komponen utama bagi metabolisme organisme perairan yang digunakan untuk pertumbuhan, reproduksi, dan kesuburan lamun (Odum, 1993). Kadar oksigen yang terlarut dalam perairan bervariasi, bergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil (Effendi, 2003). Berdasarkan Kepmen LH Nomor 51 Tahun 2004, kriteria konsentrasi DO yang dapat menunjang kehidupan biota laut yaitu  $>5$  mg/L.

### **2.4.5 Fosfat**

Fosfat merupakan salah satu zat hara yang diperlukan dan mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan hidup organisme di laut. Fosfat yang terdapat dalam air laut, baik terlarut maupun tersuspensi, keduanya berada dalam bentuk anorganik dan organik. Sumber fosfor di perairan dan sedimen adalah deposit fosfor, industri, limbah domestik, aktivitas pertanian, dan pertambangan batuan fosfat, serta penggundulan hutan. Fosfat di perairan secara alami berasal dari pelapukan batuan mineral dan dekomposisi bahan organik. Sedimen merupakan tempat penyimpanan utama fosfor dalam siklus yang terjadi di lautan. Senyawa fosfor yang terikat di sedimen dapat mengalami dekomposisi dengan bantuan bakteri maupun melalui proses abiotik menghasilkan senyawa fosfat terlarut yang dapat mengalami difusi kembali ke dalam kolom air (Zurba, 2018).



Fosfat merupakan faktor penting bagi plankton dan organisme akuatik. Fosfat sangat diperlukan sebagai transfer energi dari luar ke dalam sel organisme, karena itu fosfat dibutuhkan dalam jumlah kecil. Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Konsentrasi fosfat di perairan jauh lebih kecil daripada konsentrasi amonia dan nitrat. Fosfat yang terdapat dalam air laut baik yang terlarut maupun tersuspensi umumnya berasal dari dekomposisi organisme yang sudah mati dan terdapat dalam bentuk anorganik (ortofosfat dan polifosfat) maupun senyawa organik. Pada daerah pertanian ortofosfat berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam sungai melalui drainase dan aliran air hujan (Simanjuntak, 2007). Ortofosfat adalah fosfat organik yang merupakan salah satu bentuk fosfor (P) yang terlarut dalam air. Bentuk lain fosfor adalah fosfat organik yang sering disebut polifosfat atau metafosfat. Ortofosfat terlarut terdiri dari ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  dan  $\text{HPO}_4^{3-}$ , sebagaimana ditunjukkan dalam reaksi kesetimbangan berikut ini:



Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat langsung dimanfaatkan oleh organisme nabati (fitoplankton dan tumbuhan air). Fosfat merupakan salah satu zat hara yang dibutuhkan dan mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan hidup organisme di laut. Tinggi rendahnya kadar fosfat di suatu perairan adalah salah satu indikator untuk menentukan kesuburan suatu perairan (Patty *et al.*, 2015). Fosfat dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kesuburan perairan (Effendi, 2003). Klasifikasi tingkat kesuburan perairan berdasarkan kandungan fosfat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat kesuburan perairan berdasarkan kadar fosfat

Fosfat (mg/L)	Tingkat Kesuburan
0-0,002	Kurang subur
0,0021-0,050	Cukup subur
0,051-0,100	Subur
0,101-0,200	Sangat subur
>0,201	Sangat subur sekali

Sumber: Wardoyo (1982)

Menurut Kepmen LH No 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, nilai ambang batas kadar fosfat adalah 0,015 mg/L, sedangkan menurut Hakensen dan Bryann (2008) klasifikasi kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi fosfat dapat dilihat pada Tabel 6. Keberadaan fosfat yang berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir ledakan pertumbuhan alga di perairan.

Tabel 6. Klasifikasi kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi fosfat

Fosfat (mg/L)	Tingkat kesuburan
<0,015	Oligotrofik (rendah)
0,015-0,040	Mesotrofik (cukup)
0,040-0,13	Eutrofik (baik)
>0,13	Hipertrofik

Sumber: Hakanson dan Bryann (2008)

#### 2.4.6 Kedalaman Perairan

Kedalaman perairan dapat membatasi distribusi secara vertikal. Lamun tumbuh di zona intertidal bawah dan subtidal atas hingga mencapai kedalaman 30 m. Zona intertidal dicirikan oleh tumbuhan pionir yang didominasi oleh *H. ovalis*, *C. rotundata*, dan *H. pinifolia*, sedangkan *T. ciliatum* mendominasi zona intertidal bawah. Kedalaman perairan juga berpengaruh terhadap kerapatan dan pertumbuhan lamun (Roem, 2014).

#### 2.4.7 Kecerahan

Kecerahan perairan merupakan suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Lamun membutuhkan

intensitas cahaya yang tinggi untuk proses fotosintesis (Dahuri, 2003). Tinggi rendahnya kecerahan akan memengaruhi kegiatan fotosintesis. Tingkat kecerahan juga dapat disebabkan oleh partikel-partikel yang berasal dari bahan organik maupun anorganik seperti lumpur, sampah, hasil dekomposisi bahan organik, dan plankton (Affan, 2012).

#### **2.4.8 Kecepatan Arus**

Arus merupakan gerakan massa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin dan dapat pula disebabkan oleh gerakan gelombang yang panjang (Simanjuntak, 2012). Kecepatan arus sangat berpengaruh terhadap padang lamun, terutama pada produktivitas padang lamun (Supriharyono, 2007). Kondisi kecepatan arus yang sesuai dengan baku mutu Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 yaitu 0,5 m/det. Pergerakan air merupakan faktor penting terhadap pertumbuhan dan kesuburan lamun. Hal tersebut disebabkan nutrisi dan CO<sub>2</sub> berdifusi secara perlahan di kolom air dan perlu untuk dibawa ke daun melalui transport oleh pergerakan massa air. Di sisi lain, pergerakan massa air yang terlalu kuat dapat merusak lamun (Roem, 2014).

#### **2.5 Fosfat pada Ekosistem lamun**

Fosfat menjadi faktor pembatas bagi produktivitas di perairan. Perairan dengan kandungan fosfat yang tinggi melebihi kebutuhan normal organisme nabati di perairan tersebut, akan menyebabkan terjadinya eutrofikasi. Secara alamiah, fosfor tidak terdapat dalam bentuk bebas, namun dalam bentuk fosfat. Dalam sistem perairan, fosfat berada dalam bentuk fosfat terlarut atau fosfat organik yang terkandung dalam biota plankton (Nybakken, 1992).

Nutrien (zat hara) merupakan suatu zat yang mempunyai peranan penting dalam melestarikan kehidupan karena dimanfaatkan oleh fitoplankton sebagai sumber bahan makanan. Fosfat dan nitrat merupakan zat hara yang berperan penting dalam pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton yang merupakan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan melalui proses penguraian, pelapukan, dekomposisi tumbuhan, sisa-sisa organisme mati, buangan limbah

daratan (domestik, industri, pertanian, peternakan, dan sisa pakan) yang akan terurai oleh bakteri menjadi zat hara (Minerva *et al.*, 2014).

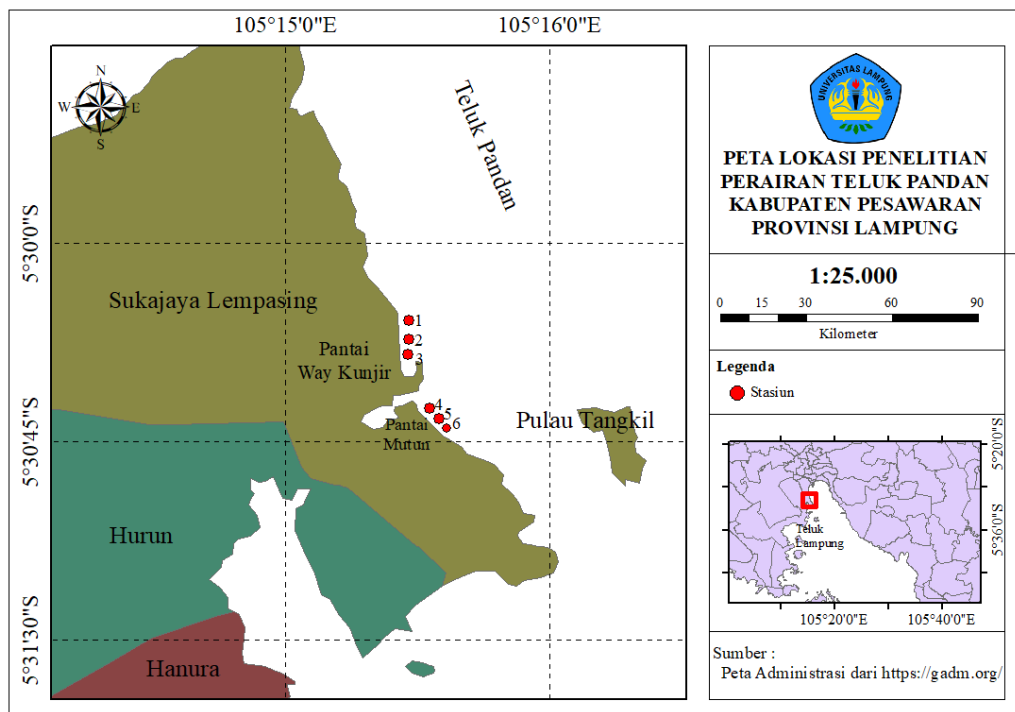
Kandungan fosfat dan tipe substrat serta parameter lainnya memengaruhi kehidupan lamun sehingga mendukung lamun untuk tumbuh. Riniatsih *et al.* (2016) menyatakan bahwa keberadaan lamun di suatu perairan sangat bergantung pada kondisi perairan atau habitat lamun tersebut tumbuh. Ketersediaan nutrisi di perairan padang lamun dapat berperan sebagai faktor pembatas pertumbuhan sehingga efisiensi daur nutrisi dalam sistem akan menjadi sangat penting untuk meningkatkan produktivitas primer padang lamun. Lamun memperoleh nutrisi melalui dua jaringan tubuhnya yaitu melalui akar dan daun. Di daerah tropis, konsentrasi nutrisi yang larut dalam perairan lebih rendah jika dibandingkan dengan konsentrasi nutrisi di sedimen.

Penyerapan nutrisi pada kolom air dilakukan oleh daun, sedangkan penyerapan nutrisi dari sedimen dilakukan oleh akar, namun tidak menutup kemungkinan pengangkutan nutrisi oleh akar juga akan sampai pada bagian daun lamun (Santoso, 2006). Sebaran dan pertumbuhan lamun ditentukan oleh berbagai faktor kualitas air seperti suhu, salinitas, ketersediaan nutrisi, karakteristik dasar perairan, keke-ruhan/kecerahan, dan radiasi matahari. Telah diketahui bahwa ketersediaan nutrisi memengaruhi pertumbuhan, sebaran, morfologi, dan komunitas lamun (Dewi *et al.*, 2017).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-Oktober 2022 di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun yang berada di wilayah perairan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung (Gambar 26), dengan menggunakan metode deskriptif meliputi survei awal lokasi, pengambilan data lapangan, analisis sampel, pengolahan data, analisis data dan penyusunan laporan penelitian. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Analisis Polinela dan Laboratorium Oseanografi, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.



Gambar 26. Lokasi Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel dan data lapangan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Alat dan bahan

No	Deskripsi	Spesifikasi	Kegunaan
a. Alat			
1	Meteran jahit	<i>Ne Moto</i> , 1 m	Pengukuran panjang sampel pengamatan.
2	<i>Roll meter</i>	Panjang 50 m	Pengukuran luasan ekosistem dan jarak antar stasiun.
3	GPS ( <i>global positioning system</i> )	<i>GPS Map Camera</i>	Penanda titik koordinat geografis pada lokasi atau stasiun penelitian.
4	Botol sampel gelap	Ukuran 60 mL	Penempatan sampel air.
5	pH meter	<i>Mediatech Digital pH M</i>	Pengukuran pH.
6	DO meter	<i>DO m Hach sens-ION</i>	Pengukuran kadar oksigen terlarut dalam air.
7	<i>Current meter</i>	<i>Flowatch FL-03 Current M</i>	Pengukuran kecepatan arus.
8	Perangkat lunak	<i>Software Microsoft Excel 2010</i>	Pengolahan data penelitian.
9	Peralatan <i>skin diving</i> (masker, snorkel, dan fin)	<i>AMSCUD</i>	Pengamatan serta pengambilan data lamun.
10	Transek kuadran	Ukuran 1×1 m <sup>2</sup>	Pembatas daerah pengambilan sampel serta mempermudah dalam mengidentifikasi dan jumlah tegakan lamun pada masing-masing plot penelitian.
11	<i>Coolbox</i>	<i>Lion Star cooler box</i>	Penyimpanan sampel.
b. Bahan			
13	Lamun	Sampel penelitian	Pengidentifikasi jenis lamun.
14	Air laut	Sampel penelitian	Pengukuran kadar fosfat.
15	Sedimen	Sampel penelitian	Pengukuran kadar fosfat.

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Observasi Lapangan

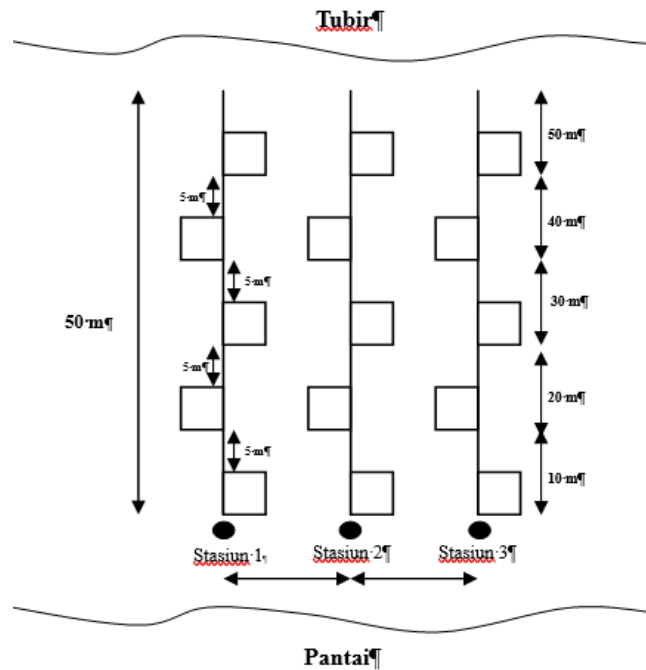
Observasi lapangan dilakukan untuk menentukan lokasi dan titik pengamatan dan untuk mengetahui kondisi atau keberadaan lamun pada lokasi penelitian untuk mendukung penelitian. Stasiun pengambilan sampel ditentukan dengan metode *purposive sampling* yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu. Pertimbangan penentuan stasiun pengambilan sampel yakni berdasarkan keterwakilan lokasi sehingga ditetapkan sebanyak 6 stasiun di perairan Teluk Pandan, kemudian dibagi menjadi 2 wilayah. Stasiun 1, 2, 3 mewakili wilayah Pantai Way Kunjir, kemudian untuk stasiun 4, 5, 6 mewakili wilayah Pantai Mutun (Gambar 26). Jarak antara satu stasiun dengan stasiun lainnya  $\pm 100$  m. *Tracking* dimulai dari stasiun 1 menggunakan GPS sebagai penunjuk arah titik stasiun 1 hingga ke stasiun 6.

#### 3.3.2 Pengamatan Lamun

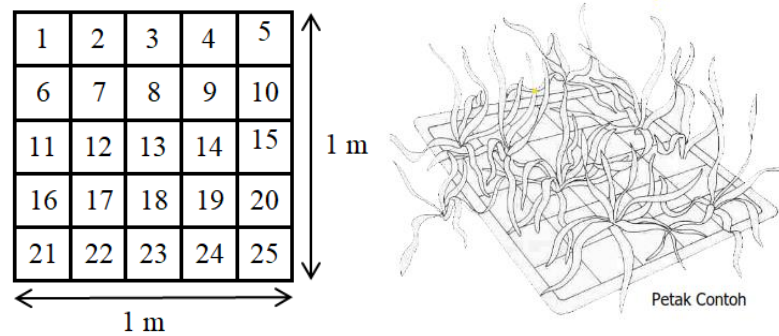
Pengamatan lamun dilakukan pada saat air surut dengan menerapkan metode transek kuadran (tegak lurus pantai) yang telah dimodifikasi dari metode *Seagrass Watch*. Metode *Seagrass Watch* merupakan metode monitoring atau pemantauan lamun yang dilakukan secara ilmiah dan nondestruktif yang artinya metode transek lamun tersebut tidak bersifat merusak ataupun menghancurkan ekosistem lamun pada lokasi penelitian. Metode *Seagrass Watch* tersebut telah dikembangkan oleh Northern Fisheries Centre, Australia dan ditujukan bagi kegiatan penelitian masyarakat umum ataupun sukarelawan.

Metode transek kuadran terdiri dari transek dan *frame* yang berbentuk kuadran (persegi). Transek merupakan garis lurus yang ditarik tegak lurus garis pantai dan dipasang di atas ekosistem lamun, sedangkan kuadran merupakan *frame* yang berbentuk segi empat sama sisi (persegi) yang diletakkan pada sisi kanan garis transek (Rahmawati *et al.*, 2014). Lokasi pengamatan kerapatan lamun dilakukan pada 6 stasiun. Garis transek pada masing-masing plot pengamatan tersebut diletakkan tegak lurus garis pantai dengan panjang 50 m dan jarak antar stasiun 100 (Gambar 27). Metode transek ini dilakukan menggunakan transek kuadran yang

berukuran  $1 \times 1 \text{ m}^2$  yang dapat dilihat pada Gambar 28, kemudian dilakukan sepanjang 50 m.



Gambar 27. Skema transek kuadran lamun



Gambar 28. Transek kuadran  $1 \times 1 \text{ m}^2$   
Sumber: Hutomo *et al.* (2014)

Penentuan titik awal transek diletakkan pada jarak 5-10 m dari garis pantai. Kerapatan spesies lamun diperoleh dari hasil perhitungan transek lamun dengan menghitung jumlah individu dan jumlah tegakan pada setiap spesies lamun yang ditemukan (Dewi *et al.*, 2017). Pengukuran kerapatan lamun dilakukan pada setiap transek kuadran yang meliputi perhitungan jumlah individu atau tegakan spesies



lamun. Perhitungan jumlah tegakan lamun tersebut dilakukan secara manual dengan bantuan alat *hand counter* dan dicatat pada lembar kerja lapangan. Proses identifikasi spesies lamun dapat dilakukan dengan menggunakan buku panduan identifikasi lamun yang ditulis oleh Rahmawati *et al.* (2014).

### 3.4 Metode Pengambilan Data

#### 3.4.1 Pengambilan Data Lamun

Berikut merupakan metode pengumpulan data lamun pada saat penelitian berdasarkan Rahmawati *et al.* (2014):

1. Alat dan bahan disiapkan kemudian dilakukan pengecekan waktu pasang surut sebelum melakukan penelitian di lapangan atau mencari informasi mengenai waktu pasang surut dari penduduk lokal atau nelayan pada lokasi penelitian,
2. Mencatat kode stasiun untuk mempermudah dalam menganalisis data hasil pengamatan. Adapun cara penulisan kode stasiun yaitu sebagai berikut:  
contoh: MXY/KXY  
artinya: M = Pantai Mutun, K = Pantai Way Kunjir, X = Nomor stasiun, Y = Nomor substasiun,
3. Penentuan titik awal dan titik akhir transek dengan memasang pemberat kemudian titik awal transek ditentukan pada m ke-0,
4. Membuat garis transek secara tegak lurus garis pantai dengan menarik rol meter sepanjang 100 m ke arah tubir,
5. Penentuan posisi awal dan akhir transek dan mencatat titik koordinat (*latitude* dan *longitude*),
6. Penempatan kuadran menggunakan transek kuadran berukuran  $1 \times 1 \text{ m}^2$  pada awal transek yaitu 0 m dan dilakukan setiap stasiun, kemudian transek kuadran mulai diletakkan dari sebelah kanan garis transek, kemudian diletakkan secara berselang-seling,
7. Melakukan pengamatan lamun dengan cara menghitung jumlah tegakan dan jumlah individu pada masing-masing transek kuadran, kemudian dicatat pada lembar kerja lapangan,

8. Penentuan nilai persentase tutupan lamun pada setiap transek kuadran berdasarkan penilaian penutupan lamun kemudian dicatat pada lembar kerja,
9. Amati karakteristik substrat secara visual dengan cara memilinya menggunakan tangan, lalu dicatat pada lembar kerja lapangan. Karakteristik substrat dapat dibagi menjadi: berlumpur, berpasir, dan pecahan karang,
10. Pengamatan dilakukan setiap 10 m sampai ke-50 m (0 m, 10 m, 20 m, 30 m, dan seterusnya) atau sampai batas lamun ditemukan, dan
11. Pengulangan kembali dilakukan pada stasiun ke-2 hingga stasiun ke-9.

#### **3.4.2 Pengambilan Sampel Air**

Pengambilan sampel air dilakukan pada saat pasang sebanyak 3 kali di setiap lokasi perairan. Sampel air diambil menggunakan botol sampel 600 mL. Sebelum mengambil sampel air, botol sampel yang akan digunakan harus dicuci terlebih dahulu agar sampel air tidak terkontaminasi. Prosedur pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengambil di kolom perairan, kemudian setiap botol diberi label kode stasiun agar sampel tidak tertukar dengan sampel lain, kemudian disimpan di *cool box* untuk dibawa ke laboratorium dan dilakukan pengujian kadar fosfat.

#### **3.4.3 Pengambilan Sampel Sedimen**

Fraksi sedimen ditentukan dengan metode ayakan bertingkat (Triapriyasen *et al.*, 2016) dengan tahapan yaitu:

1. Sampel dikeringkan menggunakan *oven* pada suhu 80°C selama 24 jam,
2. Sampel yang sudah kering dihaluskan, dan
3. Sampel diayak pada pan *sieve shaker* untuk klasifikasi ukuran butir sedimennya (pasir kasar berukuran 510 mm, pasir halus berukuran 315 mm, debu kasar berukuran 305 mm, debu halus berukuran 203 mm, liat kasar berukuran 20 mm, dan liat halus berukuran 100 mm).

### **3.5 Pengukuran Fisika-Kimia Perairan**

#### **3.5.1 Kedalaman Perairan**

Kedalaman perairan diukur dengan menggunakan rol meter, kemudian rol meter ditarik hingga ke dasar perairan untuk mengetahui kedalaman perairan dan dilakukan pada setiap stasiun kemudian dicatat hasil kedalaman perairan pada lembar kerja penelitian. Kedalaman perairan merupakan salah satu faktor penting bagi proses fotosintesis dan berpengaruh terhadap kerapatan serta pertumbuhan lamun (Roem, 2014).

#### **3.5.2 Pengukuran salinitas**

Kadar salinitas diukur menggunakan refraktometer. Sebelum digunakan refraktometer dibersihkan terlebih dahulu dan diatur dalam keadaan normal menggunakan aquades. Sampel air diteteskan pada kaca prisma, lalu diarahkan ke sumber cahaya kemudian dilakukan tiga kali pengulangan agar hasil yang didapat lebih akurat. Sebaran salinitas di perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain curah hujan dan aliran sungai. Arief (1984) menyatakan bahwa salinitas juga dapat memengaruhi keberadaan nitrat dan ortofosfat, semakin tinggi salinitas umumnya kadar nitrat dan ortofosfat semakin rendah.

#### **3.5.3 Pengukuran Kadar pH**

Derajat keasaman (pH) suatu perairan diukur dengan menggunakan alat pH meter yang dicelupkan ke dalam air selama beberapa saat. Kemudian setelah pengukuran stabil, catat hasil yang didapat lalu alat pH meter diangkat dan dibilas kemudian dikeringkan dengan kertas tisu. pH sangat penting sebagai parameter kualitas air karena mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi dalam perairan. Menurut Effendi (2003) bahwa pH memengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Perubahan nilai pH pada perairan akan sangat memengaruhi pertumbuhan dan aktivitas biologis. Menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, nilai ambang batas kadar pH adalah 7-8,5.

### 3.5.4 Kecepatan Arus dan Suhu

Kecepatan arus dan suhu perairan diukur dengan menggunakan alat *current meter* dimana kecepatan arus perairan didapat dengan cara membandingkan jumlah putaran kincir yang terdapat pada *current meter* selama waktu yang telah ditentukan. Kemudian mikrokontroler akan memproses hasil perbandingan tersebut yang nantinya akan menampilkan hasil perhitungan serta suhu. Menurut Ira *et al.* (2014), perairan memiliki beberapa kategori berdasarkan kecepatan arus, yaitu kecepatan arus sangat cepat dengan kisaran  $>1$  m/det, kecepatan arus cepat dengan kisaran 0,5-1 m/det, kecepatan arus sedang dengan kisaran 0,25-0,5 m/det, kecepatan arus lambat dengan kisaran 0,1-0,25 m/det, dan kecepatan arus sangat lambat dengan kisaran  $<0,1$  m/det. Kemudian suhu menjadi salah satu faktor yang penting karena memengaruhi aktivitas metabolisme maupun perkembangbiakan dari organisme di perairan. Menurut Effendi (2003), perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi di perairan. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan.

### 3.5.5 Kecerahan Perairan

Kecerahan perairan dapat diukur dengan menggunakan *secchi disk* pada masing-masing titik lokasi penelitian. Menurut Effendi (2003), persamaan untuk mengukur kecerahan perairan adalah sebagai berikut:

$$D = \frac{K1 + K2}{2} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

D : Kecerahan

K1 : Jarak dari permukaan air sampai *secchi disk* mulai hilang dari pandang

K2 : Jarak dari permukaan air sampai *secchi disk* ditarik keatas lagi sampai mulai tampak samar

### 3.5.6 Pengukuran DO

DO (*dissolved oxygen*) diukur dengan menggunakan alat DO meter. Penggunaan alat ini dilakukan dengan mencelupkan alat DO meter ke dalam sampel air laut

dan ditunggu selama  $\pm 10$  menit. Hasil pengukuran dapat dilihat pada layar DO meter. Pengukuran derajat keasaman atau DO dilakukan pada setiap stasiun dengan tiga kali pengulangan serta dicatat waktu pengukurannya. Kandungan DO memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan karena DO berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik (Salmin, 2005). Keadaan perairan dengan kadar oksigen yang sangat rendah berbahaya bagi organisme akuatik. Semakin rendah kadar oksigen terlarut maka semakin tinggi toksisitas amonia. Kadar oksigen terlarut pada perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/L (Effendi, 2003). Menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, nilai ambang batas kadar oksigen terlarut adalah  $>5$  mg/L.

### **3.5.7 Pengukuran Kandungan Fosfat Air**

Pengukuran fosfat menggunakan acuan metode SNI 06-6989.31-2005 dilakukan menggunakan metode asam askorbat dengan alat spektrofotometer pada kisaran panjang gelombang 880 nm untuk mengetahui kandungan P-total. Metode pengujian fosfat, sebagai berikut:

1. Sampel 50 mL uji dalam 1 kali ulangan dan dimasukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer,
2. Indikator fenolftalin ditambahkan 1 tetes. Jika terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes  $H_2SO_4$  5N sampai warna hilang,
3. Larutan campuran larutan kalium antimonil tartat dan larutan amonium molibdat 8 mL ditambahkan dan dihomogenkan,
4. Sampel larutan dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10-30 menit, kemudian larutan akan berwarna biru.

### **3.5.8 Pengukuran Kandungan Fosfat Sedimen**

Pengukuran fosfat sedimen menggunakan acuan metode dari Balai Penelitian Tanah (Balitan, 2009) dilakukan menggunakan metode olsen untuk mengetahui kandungan P-tersedia. Metode pengujian fosfat, sebagai berikut:

1. Ditimbang 1,0 g contoh tanah <2 mm, dimasukkan ke dalam botol kocok,
2. Ditambah 20 mL pengestrak olsen, kemudian dikocok selama 30 menit, disaring dan bila larutan keruh dikembalikan lagi ke atas saringan semula,
3. Ekstrak dipipet 2 mL ke dalam tabung reaksi dan selanjutnya bersama deret standar ditambahkan 10 mL pereaksi pewarna fosfat, dikocok hingga homogen dan dibiarkan 30 menit,
4. Absorbansi larutan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 889 nm.

### 3.6 Perhitungan Komunitas Lamun

Data pengamatan padang lamun yang telah didapatkan kemudian diolah dengan menggunakan Microsoft Excel 2010. Pengolahan data terdiri dari beberapa tahap yang akhirnya akan menghasilkan nilai kerapatan lamun dan pola sebaran lamun dalam lokasi yang dijadikan sebagai tempat pengamatan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan dalam pengolahan data lamun:

- A. Kerapatan jenis ( $D_i$ ), merupakan perbandingan antara jumlah total individu lamun dengan unit area yang diukur. Kerapatan jenis lamun dapat dihitung dengan persamaan (Tuwo, 2011).

$$D_i = \frac{N_i}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

$N_i$  = Jumlah total individu dari jenis lamun ke-i

$A$  = Luas Area total pengambilan sampel lamun

- B. Kerapatan relatif ( $RD_i$ ), merupakan perbandingan antara jumlah individu jenis lamun dan jumlah total individu seluruh jenis lamun. Kerapatan relatif lamun dapat dihitung dengan persamaan (Tuwo, 2011).

$$RD_i = \frac{n_i}{\sum n} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

$n_i$  = Jumlah individu jenis lamun ke-i

$\sum n$  = Jumlah individu seluruh jenis lamun

- C. Frekuensi jenis ( $F_i$ ), merupakan perbandingan antara jumlah petak sampel yang ditemukan suatu jenis lamun dengan jumlah total petak sampel yang diamati. Frekuensi jenis lamun dapat dihitung dengan persamaan (Tuwo, 2011).

$$F_i = \frac{P_i}{\sum P} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

$P_i$  = Jumlah petak sampel tempat ditemukan jenis lamun ke-i

$\sum P$  = Jumlah total petak sampel lamun yang diamati

- D. Frekuensi relatif ( $RF_i$ ), merupakan perbandingan antara frekuensi jenis lamun ke-i dengan jumlah frekuensi untuk seluruh jenis lamun. Frekuensi relatif lamun dapat dihitung dengan persamaan (Tuwo, 2011).

$$RF_i = \frac{F_i}{\sum F} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

$F_i$  = Frekuensi jenis lamun ke-i

$\sum F$  = Jumlah frekuensi untuk seluruh jenis lamun

- E. Penutupan jenis ( $C_i$ ), merupakan perbandingan antara luas area yang ditutupi oleh jenis lamun ke-i dengan jumlah total area yang ditutupi lamun. Penutupan jenis lamun dapat dihitung dengan persamaan (Tuwo, 2011).

$$C_i = \frac{a_i}{A} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

$a_i$  = Luas total penutupan jenis lamun ke-i

$A$  = jumlah total area yang ditutupi lamun

F. Penutupan relatif ( $RC_i$ ), merupakan perbandingan antara penutupan individu jenis lamun ke-i dan total penutupan seluruh jenis. Penutupan relatif lamun dapat dihitung dengan persamaan (Septian *et al.*, 2011).

$$RC_i = \frac{P_i}{P} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

$P_i$  = Penutupan jenis lamun ke-i

$P$  = Penutupan seluruh jenis lamun

G. Indeks nilai penting (INP) digunakan untuk menghitung keseluruhan dari peranan jenis lamun di dalam satu komunitas. Persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks nilai penting adalah (Kordi *et al.*, 2011).

$$INP = RF_i + RD_i + RC_i \quad \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

$RF_i$  = Frekuensi relatif

$RD_i$  = Kerapatan relatif

$RC_i$  = Penutupan relatif

Indeks nilai penting suatu jenis berkisar antara 0-300. Nilai penting tersebut memberikan gambaran tentang peranan suatu jenis lamun dalam ekosistem (Bengen, 2002).

H. Keanekaragaman jenis lamun ( $H'$ ), ditentukan berdasarkan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener dengan persamaan (Kordi *et al.*, 2011).

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log P_i \quad \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

$P_i = \frac{n_i}{N}$  (Proporsi jenis lamun ke-1)

$n_i$  = Jumlah individu jenis lamun ke-i

$N$  = Jumlah total individu seluruh jenis lamun

$s$  = Jumlah jenis



Kisaran indeks keanekaragaman Shanon-Wiener dikategorikan sebagai berikut (Setyobudiandi *et al.*, 2009).

$H' > 3$  = Keanekaragaman tinggi

$1 < H' < 3$  = Keanekaragaman sedang

$H' < 1$  = Keanekaragaman rendah

- I. Indeks keseragaman (E), digunakan untuk mengetahui seberapa besar kesamaan penyebaran jumlah individu tiap jenis. Indeks keseragaman digunakan dengan cara membandingkan dengan indeks keanekaragaman dengan nilai maksimumnya. Persamaan indeks keseragaman adalah sebagai berikut (Kordi *et al.*, 2011).

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan:

$H'$  = Indeks keanekaragaman

$H'_{\max}$  = Indeks keanekaragaman maksimum ( $\ln S$ )

Indeks keseragaman berkisar antara 0-1, dengan kategori sebagai berikut (Suryanti *et al.*, 2014).

$E < 0,4$  = Keseragaman kecil

$0,4 < E < 0,6$  = Keseragaman sedang

$E > 0,6$  = Keseragaman tinggi

Nilai indeks keseragaman berkisar antara 0-1. Semakin kecil E menunjukkan semakin kecil keseragaman lamun, artinya penyebaran jumlah individu setiap spesies tidak sama dan ada kecenderungan bahwa suatu spesies mendominasi populasi tersebut. Sebaliknya, semakin besar nilai E maka populasi menunjukkan keseragaman, yaitu bahwa jumlah individu setiap genus dapat dikatakan sama atau tidak jauh berbeda (Odum, 1993).

- J. Indeks dominansi simpson (C), digunakan untuk menggambarkan jenis lamun yang paling banyak ditemukan, dapat diketahui dengan menghitung nilai dominansinya (Kordi *et al.*, 2011).

$$C = \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \right)^2 \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

$n_i$  = Jumlah individu jenis lamun ke-i

$N$  = Jumlah total individu seluruh jenis lamun

$S$  = Jumlah jenis

Nilai indeks dominansi berkisar antara 0 -1. Semakin besar nilai indeks maka semakin besar kecenderungan salah satu spesies lamun yang mendominasi populasi (Odum, 1993). Kategori indeks dominansi simpson sebagai berikut:

$C < 0,50$  = Rendah

$0,50 < C < 0,75$  = Sedang

$C > 0,75$  = Tinggi

- K. Indeks Morisita ( $I_M$ ), merupakan salah satu indeks yang digunakan untuk mengukur pola sebaran spasial suatu jenis atau populasi. Persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks Morisita adalah sebagai berikut (Suminar *et al.*, 2020).

$$I_M = \frac{2 \sum_{i=1}^S X_i Y_i}{(X_1 + X_2)N_1 N_2} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

$X_1$  = Banyaknya individu spesies lamun ke-i pada komunitas lamun 1

$X_2$  = Banyaknya individu spesies lamun ke-i pada komunitas lamun 2

$N_1$  = Total seluruh individu pada komunitas lamun 1

$N_2$  = Total seluruh individu pada komunitas lamun 2

Kategori indeks Morisita sebagai berikut (Akhrianti *et al.*, 2014).

$I_M < 1$  : Pola sebaran seragam

$I_M = 1$  : Pola sebaran acak

$I_M > 1$  : Pola sebaran mengelompok

L. Indeks similaritas Sorensen (IS), digunakan untuk menunjukkan perbandingan nilai suatu jenis spesies di habitat atau lokasi yang berbeda. Persamaan indeks similaritas jenis yang digunakan menurut Sorensen adalah sebagai berikut (Odum, 1971).

$$IS = \frac{2C}{A + B} \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

IS = Indeks similaritas Sorensen

A = Jumlah spesies di zona daerah A

B = Jumlah spesies di zona daerah B

C = Jumlah spesies yang ada dikedua zona A dan B

Kategori indeks similaritas sorensen, sebagai berikut:

IS <50% = Indeks similaritas rendah

IS >50% = Indeks similaritas tinggi

### 3.7 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2010. Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini meliputi data primer (kerapatan lamun dan fosfat pada perairan) dan data sekunder (pengukuran parameter lingkungan, monitoring lamun, identifikasi lamun, dan sumber literatur lainnya). Data primer dari hasil survei tersebut kemudian diolah dan dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan dalam bentuk tabel yang merujuk pada buku panduan dan literatur. Data sekunder digunakan sebagai bahan pendukung dari data primer. Pengolahan data pada penelitian dapat meliputi perhitungan kerapatan lamun dan fosfat pada perairan, serta hubungan fosfat dengan ekosistem lamun.

#### 3.7.1 Analisis Data Parameter Perairan

Data hasil analisis kandungan nitrat, fosfat, dan parameter lingkungan meliputi DO, pH, salinitas, suhu, kecepatan arus, pasang surut, kedalaman perairan, dan kecerahan perairan yang diukur kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel

2010 yang hasilnya berupa tabel kemudian dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan baku mutu perairan menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004.

### **3.7.2 Analisis Data Hubungan Parameter Kualitas Air dan Sedimen terhadap Struktur Komunitas Lamun**

Analisis data hubungan parameter perairan dan kerapatan lamun dilakukan dengan menggunakan Microsoft XLSTAT yang dianalisis menggunakan pendekatan analisis statistik multivariabel yang didasarkan pada analisis komponen utama (PCA). PCA merupakan salah satu analisis multivarian yang digunakan untuk mereduksi dimensi data dari berukuran besar dan saling berkorelasi menjadi data yang lebih kecil (Johnson dan Winchern, 2007). Data hasil analisis kerapatan, persentase penutupan lamun, indeks ekologi lamun, hubungan fosfat dengan kondisi ekosistem lamun dibahas secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel. Data pengamatan yang diperoleh dianalisis menggunakan metode PCA seperti data parameter kualitas perairan yaitu suhu, arus, kedalaman, kecerahan, pH, salinitas, DO, dan fosfat dianalisis dengan data struktur komunitas lamun.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Beberapa kesimpulan berdasarkan penelitian antara lain:

1. Struktur komunitas lamun di Pantai Way Kunjir termasuk dalam kondisi jarang, sedangkan kondisi lamun di Pantai Mutun termasuk dalam kondisi rapat.
2. Kadar fosfat perairan di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun termasuk dalam kategori rendah, sedangkan kadar fosfat sedimen di Pantai Way Kunjir termasuk dalam kategori rendah jika dibandingkan dengan kadar fosfat sedimen di Pantai Mutun.
3. Struktur komunitas lamun di Pantai Way Kunjir cenderung dipengaruhi oleh salinitas, fosfat air, pH, sedangkan struktur komunitas lamun di Pantai Mutun cenderung dipengaruhi oleh suhu, DO, arus, fosfat sedimen, kecerahan, dan kedalaman perairan.

### **5.2 Saran**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai distribusi fosfat dan nutrisi lainnya di perairan Teluk Pandan terutama pada ekosistem lamun di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun dan perlu adanya monitoring lebih lanjut untuk peningkatan pengelolaan dan dapat menyediakan informasi status dan kondisi lamun di Pantai Way Kunjir dan Pantai Mutun.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Adli, A., Rizal, A., dan Ya'la, Z. R. 2016. Profil ekosistem lamun sebagai salah satu indikator kesehatan pesisir perairan Sabang Tende Kabupaten Tolitoli. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*. 5(1): 49-62.
- Affan, J. M. 2012. Identifikasi lokasi untuk pengembangan budidaya keramba jaring apung (KJA) berdasarkan faktor lingkungan dan kualitas air di perairan Pantai Timur Bangka Tengah. *Jurnal Depik*. 1(1): 76-85.
- Akhrianti, I., Bengen, D. G., dan Setyobudiandi, I. 2014. Distribusi spasial dan preferensi habitat Bivalvia di pesisir perairan Kecamatan Simpang Pesak Kabupaten Belitung Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan*. 6(1): 171-185.
- Arief, D. 1984. Pengukuran salinitas air laut dan peranannya dalam ilmu kelautan. *Jurnal Oseana*. 9(1): 3-10.
- Asriyana. dan Yuliana. 2012. *Produktivitas Perairan*. PT Bumi Aksara. Jakarta. 278 hlm.
- Azkab, M. H. 2000. Struktur dan fungsi pada komunitas lamun. *Jurnal Oseana*. 25(3): 9-17.
- Azkab, M. H. 2006. Ada apa dengan lamun. *Jurnal Oseana*. 31(3): 45–55.
- Badan Standarisasi Nasional [BSN]. 2005. *Air dan Air Limbah-Bagian 31 Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat*. Badan Standarisasi Nasional (SNI 6989:2005). Jakarta. 10 hlm.
- Barber, B. J. 1985. Effects of elevated temperature on seasonal in situ leaf productivity of *Thalassia testudinum* banks ex konig and *Syringodium fliforme* kutzing. *Jurnal Aquatic Botany*. 22: 61-69.
- Bengen, D. G. 2002. *Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Lautan serta Prinsip Pengelolaannya*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Laut. IPB. Bogor. 29 hlm.

- Bjork, M., Short, F., Mcleod, E., dan Beer, S. 2008. *Managing Seagrasses for Resilience to Climate Change*. IUCN. Gland, Switzerland. 60 hlm.
- Cope, J. S., Corney, D., Clark, J. Y., Remagnino, P., dan Wilkin, P. 2011. *Plant Species Identification Using Digital Morphometrics: a Review*. Kingston University. UK. 31 hlm.
- COREMAP-LIPI. 2014. *Panduan Monitoring Padang Lamun*. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Jakarta. 45 hlm.
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 412 hlm.
- Dahuri, R. 2001. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Terpadu*. PT Pradnya Paramita. Jakarta. 305 hlm.
- Den Hartog, C. 1967. The structural aspect in the ecology of seagrass communities. *Helgolander Wiss. Journal Meerensunters.* 15: 648-459.
- Den Hartog, C., dan J. Kuo. 2006. *Taxonomy and Biogeography of Seagrasses*. Ecology and Conservation. Springer. Netherlands. 1-23.
- Dewi, C. S. U., Beginner, S., dan Dondy, A. 2017. Keragaman, kepadatan dan penutupan lamun di perairan Pulau Biak, Papua. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan.* 6(2): 122-127.
- Edward., dan Trigan, M. S. 2003. Pengaruh musim terhadap fluktuasi kandungan fosfat dan nitrat di Laut Banda. *Jurnal Makara Sains.* 7(2) :82-89.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya Hayati Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm.
- Fachrul. 2006. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta. 198 hlm.
- Faruqi, I. A., Wulandari, S. R., dan Marwoto, J. 2015. Sebaran nitrat dan kualitas perairan di Dermaga Pulau Parang, Karimunjawa pada saat pasang menuju surut. *Jurnal Oseanografi.* 4(2): 524-532.
- Feryatun, F., Hendrarto, B., dan Widyorini, N. 2012. Kepadatan dan distribusi lamun (*Seagrass*) berdasarkan zona kegiatan yang berbeda di perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Jurnal Sumberdaya Perairan.* 1(1): 44-50.
- Gosari, B. A. J., dan Haris, A. 2012. Studi kepadatan dan penutupan jenis lamun di Kepulauan Spermonde. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan.* 22(3): 156-162.
- Green, E. P., dan Short, F. T. 2003. *World Atlas of Seagrasses*. University of California Press. USA. 332 hlm.



- Hackney, J. W., dan Durako, M. J. 2004. Size–frequency patterns in morphometric characteristics of the seagrass *Thalassia testudinum* reflect environmental variability. *Journal Ecological Indicator*. 4: 55-71.
- Hakanson, L. A. C., dan Bryann. 2008. *Eutrophication in the Baltic Sea Present Situation, Nutrient Transport Processes, Remedial Strategies*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York. 261 hlm.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito., Maury., H. K dan Alianto. 2018. Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Distrik Depapre. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 1(2): 35-43.
- Hartati, R. Djunaedi A., Haryadi., dan Mujiyanto, M. 2012. Struktur komunitas padang lamun di perairan Pulau Kumbang, Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 17(4): 217-225.
- Hartati, R., Widianingsih, W., Santoso, A., Endrawati, H., Zainuri, M., Riniatsih, I., Saputra, W. L., dan Mahendrajaya, R. T. 2017. Variasi komposisi dan kerapatan jenis lamun di perairan Ujung Piring, Kabupaten Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*. 20(2): 96-105.
- Hemminga, M. A., dan Duarte, C. M. 2000. Seagrass ecology. *Journal Limnology and Oceanography*. 47(2): 611-611.
- Hoek, F., Razak, A., Hamid, H., Muhfizar, M., Suruwaky, A., Ulat, M. A., Mustasim, M., dan Arfah, A. 2016. Struktur komunitas lamun di perairan Distrik Salawati Utara Kabupaten Raja Ampat. *Jurnal Airaha*. 5(1): 87-95.
- Hutomo, M., dan Anugerah, N. 2014. *Panduan Monitoring Padang Lamun*. COREMAP CTI LIPI. Jakarta. 37 hlm.
- Ira, R. 2014. Keanekaragaman dan kepadatan gastropoda di perairan Desa Morindino Kecamatan Kambowa Kabupaten Buton Utara. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*. 3(2): 265-272.
- Ira., R., dan Irawati, N. 2018. Komposisi jenis makroalga di perairan Pulau Hari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*. 18(2): 141-158.
- Johnson, R. A., and Winchern, D. W. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall. New Jersey. 794 hlm.
- Kadi, A. 2006. *Beberapa Catatan Kehadiran Marga Sargassum di perairan Indonesia*. Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI). Jakarta. 71 hlm.
- Kementerian Lingkungan Hidup [KLH]. 2004. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 200 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku: Kerusakan dan Pedoman Status Padang Lamun*. Jakarta.

- Kementerian Lingkungan Hidup [KLH]. 2004. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku: Air Laut Untuk Biota*. Jakarta.
- Kiswara W., 1992. *Community structure and biomass distribution of seagrasses at Banten Bay, West Java-Indonesia*. In: *Third ASEAN Science and Technology Week Conference Proceedings*. Department of Zoology. National University of Singapore and National Science and Technology Board. Singapore. 6: 241-250.
- Kiswara, W., dan Hutomo, M. 1985. Habitat dan sebaran geografik lamun. *Jurnal Oseana*. 10(1): 21-30.
- Kiswara. 2000. *Struktur Komunitas Padang Lamun Perairan Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 54-61.
- Kiswara. W. 2004. *Kondisi Padang Lamun (Seagrass) di Perairan Teluk Banten Tahun 1998-2001*. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Jakarta. 33 hlm.
- Koch, E. W. 2001. Beyond light: Physical, geological, and geochemical params as possible submersed aquatic vegetation habitat requirements. *Journal Estuaries and Coasts*. 24(1): 1-17.
- Kordi, K. M. G. H. 2011. *Ekosistem Lamun (Seagrass): Fungsi, Potensi, dan Pengelolaan*. Rineka Cipta. Jakarta. 191 hlm.
- Kuo, J. J., dan Den Hartog, C. 2006. *Seagrass Morphology, Anatomy, and Ultrastructure in Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer Verlag. Netherlands. 691 hlm.
- Lanyon, J. 1986. *Seagrass of The Great Barrier Reef. Queensland: Nadicprint Services Pty. Ltd*. 61 hlm.
- Larkum, A. W. D., Orth, R. J., and Duarte, C. M. 2006. *Seagrasses Biology, Ecology and Conservation*. Springer. Netherland. 692 hlm.
- Mason, C. F. 1945. *Biology of Freshwater Pollution*. Langman Scientific & amp Technical. England. 351 hlm.
- McDermid, K. J., Gregoritza, M. C., Reeves, J. W., dan Freswater, D. W. 2003. Morphological and genetic variation in the endemic seagrass *Halophila hawaiiiana* (hydrocharitaceae) in the hawaiian archipelago. *Journal Pacific Science*. 57(2): 199-209.
- McKenzie, L. J., dan Yoshida, R. L. 2009. *Seagrass-Watch: Proceeding of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in Indonesia*. The Nature Conservancy. Coral Triangle Center. 56 hlm.

- Meirinawati, H. 2015. Transformasi nitrogen di laut. *Jurnal Oseana*. 42(1): 36-46.
- Minerva, A., Purwanti, F., dan Suryanto, A. 2014. Analisis hubungan keberadaan dan kelimpahan lamun dengan kualitas air di Pulau Karimunjawa. *Diponegoro Journal of Maquares*. 3(4): 88-94.
- Muchtar, M., dan Simanjatak. 2008. *Karakteristik dan Fluktuasi Zat Hara Fosfat, Nitrat dan Derajat Keasaman (pH) di Eustary Cisadane pada Musim yang Berbeda*. COREMAP CTI LIPI. Jakarta. 139-148.
- Mustofa, A. 2015. Kandungan nitrat dan fosfat sebagai faktor tingkat kesuburan perairan pantai. *Jurnal Disprotek*. 6(1): 13-19.
- Nabilla, S., Hartati, R., dan Nuraini, R. A. T. 2019. Hubungan nutrient pada sedimen dan penutupan lamun di perairan Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*. 22(1): 42-48.
- Nainggolan, P. 2011. *Distribusi Spasial dan Pengelolaan Lamun (Seagrass) di Teluk Bakau, Kepulauan Riau*. IPB. Bogor. 95 hlm.
- Nontji. 1993. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta. 367 hlm.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 480 hlm.
- Odum, E. P. 1971. *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 697 hlm.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 697 hlm.
- Patty, S. I., Arfah, H., dan Abdul, M. S. 2015. Zat hara (fosfat, nitrat) oksigen terlarut dan pH kaitannya dengan kesuburan di perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1): 43-50.
- Patty, S. I., dan Rifai, H. 2013. Struktur komunitas padang lamun di perairan Pulau Mantehage. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1(4): 177-186.
- Rahardiarta, I. K. V. S., Putra, I. D. N. N., dan Suteja, Y. 2019. Simpanan karbon padang lamun di kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*. 5(1): 1-10.
- Rahmawati, S., Irwan, A., Supriyadi, I. H., dan Azkab, M. H. 2014. *Panduan Monitoring Padang Lamun*. COREMAP CTI LIPI. Jakarta. 45 hlm.
- Riniatsih, I. 2016. Distribusi jenis lamun dihubungkan dengan sebaran nutrisi perairan di Padang Lamun Teluk Awur Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*. 19(2): 101-107.

- Roem, M., dan Laga, A. 2014. Struktur komunitas padang lamun Pulau Derawan. *Jurnal Harpodon Borneo*. 7(2): 93-101.
- Romimoharto, K., dan Juwana, S. 2001. Biologi Laut. *Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Penerbit Djambatan. Jakarta. 540 hlm.
- Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Jurnal Oseana*. 30(3): 21-26.
- Santoso, A. D. 2006. Kualitas nutrisi perairan Teluk Hurun Lampung. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 7(2): 140-144.
- Septian, E. A., Azizah, D., dan Apriadi, T. 2011. Tingkat kerapatan dan penutupan lamun di perairan Desa Sebong Perih Kabupaten Bintan. *Jurnal Fikp Umrah*. 1-15.
- Setiawan, F., Harahap, S. A., Andriani, Y., dan Hutahaean, A. A. 2012. Deteksi perubahan padang lamun menggunakan teknologi penginderaan jauh dan kaitannya dengan kemampuan menyimpan karbon di perairan Teluk Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3): 275-286.
- Setyobudiandi, I., Sulistiono, Y. F., Kusmana, C., Hariyadi, S., Damar, A., Sembiring, A., dan Bahtiar. 2009. *Sampling dan Analisis Data Perikanan dan Kelautan*. IPB. Bogor. 313 hlm.
- Short, F. T., dan Neckles, H. A. 1999. The effects of global climate change on seagrasses. *Journal Aquatic Botany*. 63(3): 169-196.
- Short, F. T., Coles, R. G., dan Pergent, M. C. 2001. Global seagrass distribution. *Global Seagrass Research Methods*. Amsterdam. 5-30.
- Simanjuntak, M. 2007. Kadar fosfat nitrat dan silikat di Teluk Jakarta. *Jurnal Perikanan*. 9(2): 274-287.
- Simanjuntak, M. 2012. Kualitas air laut ditinjau dari aspek zat hara, oksigen terlarut dan pH di perairan Banggai Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 4(2): 290-303.
- Simon, I. P., dan Rifai, H. 2013. Struktur komunitas padang lamun di perairan Pulau Mantehage, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1(4): 177-186.
- Sjafrie, N. D. M., Hernawan, U. E., Prayudha, B., Supriyadi, I. H., Iswari, M. Y., Rahmat., Anggraini, K., Rahmawati, S., dan Suryaso. 2018. *Status Padang Lamun Indonesia ver. 2*. COREMAP CTI LIPI. Jakarta. 40 hlm.
- Suhud, M. A., Pratomo, A., dan Yandri, F. 2012. Struktur Komunitas Lamun di perairan Pulau Nikoi. *Jurnal Ilmiah Universitas Maritim Raja Ali Haji*. 9 hlm.

- Suminar, H. S., Zahidah, Z., Hamdani, H., dan Sahidin, A. 2020. Distribusi spasial komunitas makrozoobentos di Sungai Cilalawi Kabupaten Purwakarta. *Jurnal Depik*. 9(2): 164-172.
- Supriharyono. 2007. *Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Pustaka Pelajar. Jogjakarta. 428 hlm.
- Suryanti, A. C., dan Tishmawati, C. N. 2014. Hubungan kerapatan lamun (*Seagrass*) dengan kelimpahan *Syngnathidae* di Pulau Panggang Kepulauan Seribu. *Diponegoro Journal of Maquares*. 3(4):147-153.
- Tangke, U. 2010. Ekosistem padang lamun (manfaat, fungsi dan rehabilitasi). *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. 3(1): 9-29.
- Tjitrosoepomo., dan Gembong. 2007. *Morfologi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 266 hlm.
- Triapriyasen, A., Muslim., dan Suseno, H. 2016. Analisis jenis ukuran butir sedimen di perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Oseanografi*. 5(3): 309-316.
- Tuwo, A. 2011. *Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut-Pendekatan Ekologi, Sosial Ekonomi, Kelembagaan dan Sarana Wilayah (Pertama)*. Brillian Internasional. Surabaya. 412 hlm.
- Wardoyo, S. T. H. 1982. *Water Analysis Manual Tropical Aquatic Biology Program*. Biotrop. SEAMEO. Bogor. 81 hlm.
- Widiyanti, V. R., Sedjati, S., dan Nuraini, R. A. 2018. Korelasi kandungan nitrat dan fosfat dalam air dan sedimen dengan kerapatan lamun yang berbeda di perairan Teluk Awur. *Journal of Marine Research*. 7(3): 193-200.
- World Health Organization and European Commission. 2002. *Eutrophication and Health*. Edited by K. Pond. Luxemburg office for official publication of the European communities. 28 hlm.
- Zurba, N. 2018. Pengenalan padang lamun, suatu ekosistem yang terlupakan. *Jurnal Unimal*. 53(9): 1-114.