

Dr. Ir. Eni Kamal, M.Sc
Dwieke Putri Wulandari, S.Pi., M.Si

TIPOLOGI EKOSISTEM

Perairan, Pesisir, dan Kelautan



LPPM Universitas Bung Hatta

**Tipologi Ekosistem
Perairan, Pesisir dan Kelautan**



LPPM Universitas Bung Hatta

Sanksi pelanggaran pasal 44: Undang-undang No. 7 Tahun 1987 tentang Perubahan atas Undang-undang No. 6 Tahun 1982 tentang hak cipta.

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 100.000.000,- (seratus juta rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat 1 (satu), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 50.000.000,- (lima puluh juta rupiah)

**Tipologi Ekosistem
Perairan, Pesisir dan Kelautan**

**Dr. Ir. Eni Kamal, M.Sc
Dwieke Putri Wulandari, S.Pi., M.Si**

Penerbit

LPPM Universitas Bung Hatta 2023

Judul : **Tipologi Ekosistem Perairan, Pesisir dan Kelautan**

Penulis : Dr. Ir. Eni Kamal, M.Sc

Dwieke Putri Wulandari, S.Pi., M.Si

Sampul : Dr. Ir. Eni Kamal, M.Sc

Perwajahan: LPPM Universitas Bung Hatta

Diterbitkan oleh LPPM Universitas Bung Hatta Juli 2023

Alamat Penerbit:

Badan Penerbit Universitas Bung Hatta

LPPM Universitas Bung Hatta Gedung Rektorat Lt.III

(LPPM) Universitas Bung Hatta

Jl. Sumatra Ulak Karang Padang, Sumbar, Indonesia

Telp.(0751) 7051678 Ext.323, Fax. (0751) 7055475

e-mail: lppm_bunghatta@yahoo.co.id

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau

seluruhnya isi buku ini tanpa izin tertulis penerbit

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Cetakan Pertama : Juli 2023

Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Dr. Ir. Eni Kamal, M.Sc

Dwieke Putri Wulandari, S.Pi., M.Si

**Tipologi Ekosistem Perairan, Pesisir dan
Kelautan,**

Oleh : Dr. Ir. Eni Kamal, M.Sc, Dwieke Putri Wulandari,
S.Pi., M.Si , LPPM Universitas Bung Hatta, Juli 2023

9 6 Hlm + XIV; 18,2 cm x 25,7 cm

ISBN 978-623-5797-35-9

SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS BUNG HATTA

Visi Universitas Bung Hatta adalah Menjadikan Universitas Bung Hatta Bermutu dan Terkemuka serta Berkelas Dunia dengan Misi utamanya meningkatkan mutu sumberdaya manusia yang berada dalam jangkauan fungsinya. Mencermati betapa beratnya tantangan Universitas Bung Hatta terhadap dampak globalisasi, baik yang bersumber dari tuntunan internal dan eksternal dalam meningkatkan daya saing lulusan perguruan tinggi, maka upaya peningkatan kualitas lulusan Universitas Bung Hatta adalah suatu hal yang harus dilakukan dengan terencana dan terukur. Untuk mewujudkan hal itu, Universitas Bung Hatta melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat merancang program kerja kepada dosen untuk menulis buku. Kita dituntut untuk memahami elemen kompetensi yang biasa diaplikasikan dalam proses pembelajaran, melakukan riset dan menuangkan dalam bentuk buku.

Saya ingin menyampaikan penghargaan kepada saudara Dr. Ir. Eni Kamal, M.Sc, dan saudari Dwieke Putri Wulandari, S.Pi., M.Si yang telah menulis buku **"Tipologi Ekosistem Perairan, Pesisir dan Kelautan"**. Harapan saya buku ini akan tetap eksis sebagai wahana komunikasi bagi kelompok dosen dalam bidang ilmu Perikanan, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber bahan ajar untuk mata kuliah yang diampu dan menambah khasanah ilmu pengetahuan mahasiswa.

Tantangan kedepan tentu lebih berat lagi, karena kendala yang sering dihadapi dalam penulisan buku adalah tidak dipunyai hasil-hasil riset yang bernas. Kesemuanya itu menjadi tantangan kita bersama terutama para dosen di Universitas Bung Hatta.

Demikian sambutan saya, sekali lagi saya ucapkan selamat atas penerbitan buku ini. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa meridhoi segala upaya yang kita perbuat bagi memajukan pendidikan di Universitas Bung Hatta.

Padang, 3 Juli 2023

Rektor

Prof. Dr. Tafdil Husni, SE., M.B.A

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena hanya atas rahmat dan hidayah-Nya lah buku **“Tipologi Ekosistem Perairan, Pesisir dan Kelautan”** ini dapat kami tuntaskan dan kami hadirkan ke tengah-tengah kalangan akademik dan secara umum khususnya untuk akademik pengajaran bidang sumberdaya perairan, pesisir, dan kelautan. Secara umum Indonesia memiliki berbagai ekosistem yang beragam di wilayah pesisir dan laut dan semua ekosistem tersebut saling memiliki keterkaitan antara satu ekosistem dengan ekosistem lainnya. Buku ini terdiri dari tujuh bagian, bab pertama berisi pengantar mengenai tipologi ekosistem pesisir dan laut, bab kedua mengenai daerah estuaria, bab ketiga mengenai ekosistem mangrove, bab keempat mengenai terumbu karang, dan bab kelima mengenai ekosistem lamun, bab keenam tentang rumput laut, dan bab ketujuh membahas tipologi pesisir.

Padang, 23 Juli 2023

Penulis

(Dr. Ir. Eni Kamal, M.Sc)

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
SAMBUTAN REKTOR.....	v
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Pengertian Tipologi Ekosistem Perairan, Pesisir, dan Kelautan	1
1.2. Ruang Wilayah Pesisir.....	2
1.3. Pengelolaan Wilayah Pesisir.....	4
1.4. Keterkaitan Ekosistem	7
BAB II. EKOSISTEM ESTUARIA	11
2.1. Pengertian Daerah Estuaria.....	11
2.2. Karakteristik Estuaria.....	12
2.3. Biota dan Produktivitas Hayati	16
2.4. Karakteristik Fisika Estuaria.....	17
2.5. Peran Ekologis Estuaria	20
BAB III. EKOSISTEM MANGROVE	23
3.1. Pengertian Ekosistem Mangrove.....	23
3.2. Asal Mangrove.....	26
3.3. Distribusi Ekosistem Mangrove di Dunia	27
3.4. Distribusi Ekosistem Mangrove di Indonesia	28
3.5. Keanekaragaman Jenis Mangrove	30
3.5.1. Jenis-jenis Mangrove di Indonesia	31
3.5.2. Distribusi dan Zonasi Vegetasi Mangrove.....	34

3.5.3. Klasifikasi Mangrove Berdasarkan	
Geomorfologi	37
3.5.4. Tipe Akar Mangrove.....	38
3.6. Karakteristik Ekosistem Mangrove.....	40
3.7. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Ekosistem	
Mangrove.....	44
3.8. Jenis Flora dan Fauna di Ekosistem Mangrove.....	45
3.9. Manfaat Ekosistem Mangrove.....	46
BAB IV. EKOSISTEM TERUMBU KARANG	51
4.1. Pengertian Terumbu Karang	51
4.2. Klasifikasi Terumbu Karang	52
4.3. Pertumbuhan dan Bentuk Koloni Karang.....	56
4.4. Ekologi karang.....	57
4.5. Manfaat Ekosistem Terumbu Karang.....	59
4.6. Sebaran Terumbu Karang di Indonesia.....	60
4.7. Kerusakan Terumbu Karang di Indonesia	61
4.8. Strategi pengelolaan Terumbu Karang.....	62
BAB V. EKOSISTEM LAMUN.....	63
5.1. Pengertian Lamun.....	63
5.2. Morfoligi, Jenis, dan Sebaran Lamun	66
5.3. Ciri-Ciri Spesies Lamun.....	69
5.4. Fungsi dan Manfaat Lamun	71
5.5. Sebaran Lamun di Indonesia	73
5.6. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Lamun	74
BAB VI. RUMPUT LAUT.....	77
6.1. Definisi Rumput Laut.....	77
6.2. Keanekaragaman Rumput Laut.....	78

6.3.	Jenis-Jenis Rumpun Laut.....	79
6.4.	Habitat Rumpun Laut.....	86
6.5.	Pertumbuhan dan Perkembangan Rumpun Laut.....	86
6.6.	Manfaat Rumpun Laut.....	87

BAB VII. TIPOLOGI WILAYAH PERAIRAN, PESISIR, DAN

LAUT INDONESIA 89

7.1.	Konsep dan Model Penyusunan.....	89
7.2.	Tipologi di Kawasan Pesisir dan Laut.....	89

SUMBER REFERENSI

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pembagian Zona Wilayah Pesisir.....	3
2. Pengelolaan Ruang Laut Wilayah Pesisir.....	4
3. Konsep Pengelolaan ICZM	5
4. Sistem Sirkulasi Estuaria pada Upwelling.....	12
5. Klasifikasi estuari berdasarkan salinitas.....	14
6. Pembentukan Fjord.....	16
7. Distribusi Mangrove Dunia.....	27
8. Enam Wilayah Biogeografi Distribusi Mangrove.....	28
9. Peta Mangrove di Indonesia.....	29
10. Zona Jenis Vegetasi Mangrove	39
11. Klasifikasi Mangrove berdasarkan Geomorfologi	35
12. Jenis Akar mangrove.....	38
13. Pola Tertancap	40
14. Pola Tersangkut.....	42
15. Pola Terdampar	43
16. Hard Coral.....	54
17. Soft Coral	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Pengertian Tipologi Ekosistem Perairan, Pesisir, dan Kelautan

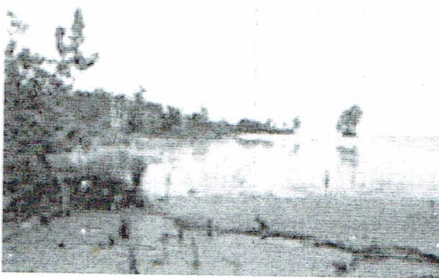
Tipologi pesisir adalah pembagian tipe pesisir berdasarkan genesa pembentukan pesisir dan proses yang berlangsung di dalamnya (Shepard, 1972 dalam Gunawan, 2005). Konsep tipologi dikemukakan oleh Shepard (1972) yang membagi tipologi pesisir menjadi dua, yaitu tipologi primer dan sekunder. Tipologi pesisir primer adalah tipologi pesisir yang morfologinya lebih terbentuk oleh proses-proses terestrial seperti erosi, vulkanisme, deposisi, dan diatropisme ketimbang proses marin dan organisme, sedangkan tipologi pesisir sekunder adalah tipologi pesisir yang morfologinya lebih terbentuk karena aktivitas organisme dan proses marin (Gunawan *et al.*, 2005).

Tipologi primer terdiri atas Land Erosion Coast, Sub Aerial Deposition Coast, Structurally Shaped Coast, dan Volcanic Coast, sedangkan tipologi pesisir sekunder terdiri atas Marine Deposition Coast, Wave Erosion Coast, dan Coast Built by Organism.

Tipologi pesisir menunjukkan genesis dan dinamika pesisir yang terjadi pada suatu wilayah pesisir. Setiap tipologi pesisir memiliki karakteristik proses pembentukan dan dinamika pesisirnya masing-masing (Bachtiar *et al.*, 2012; Marfai dan Cahyadi, 2012). Aktivitas yang berlangsung di lautan dan di daratan dalam jangka waktu tertentu akan membentuk jenis pesisir (tipologi pesisir) yang berbeda beda tergantung pada proses genetik dan material penyusunnya, sehingga tiap tipologi pesisir akan memberikan ciri-ciri pada bentanglahan dan berbagai macam sumberdaya yang ada di wilayah pesisir tersebut (Saputro *et al.*, 2021).

Secara umum, jenis ekosistem di wilayah pesisir ditinjau dari penggenangan air dan jenis komunitas yang menempatnya dapat dikategorikan menjadi dua ekosistem, yaitu ekosistem yang secara permanen atau tergenang air secara berkala dan ekosistem yang tidak pernah tergenang air.

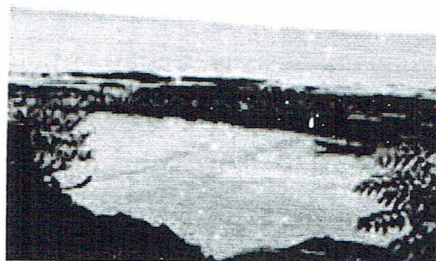
Jenis ekosistem wilayah pesisir tersebut terbentuk melalui proses alami antara lain ekosistem terumbu karang, hutan mangrove, padang lamun, pantai berpasir, pantai berbatu, pulau-pulau kecil dan laut terbuka, estuaria, laguna dan delta. Sedangkan contoh dari ekosistem yang hampir tidak pernah tergenang air, namun berbentuk secara alami adalah formasi *pescaprae* dan formasi *barringtonia*.



Sub-Aerial Deposition Coast



Marine Deposition Coast



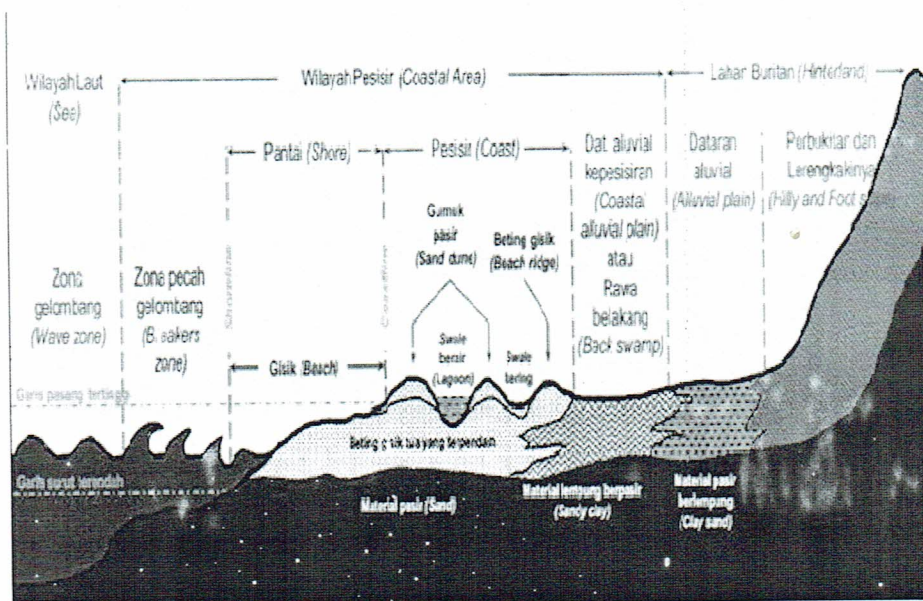
Volcanic Coast

1.2. Ruang Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir yang berada di Indonesia menurut Undang-Undang No.1 Tahun 2014 tentang perubahan UU.Nomor 27 tahun 2007 mengenai tentang "Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil" yang terdapat

pada pasal (1) menjelaskan bahwa wilayah pesisir merupakan suatu peralihan antara ekosistem dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi didarat dan dilaut.

Kaitannya dengan tipologi adalah dapat disimpulkan bahwa ada beberapa zona wilayah pesisir yang berbeda karakteristiknya yang dapat dilihat dari segi dinamika wilayah kepelepasiran yaitu secara karakteristik morfodinamik, astrodinamik, serta faktor lainnya yang mempengaruhi. Jika dilihat pada gambar 1. Memberikan representasi bahan pembagian zona pada wilayah secara *cross section*.

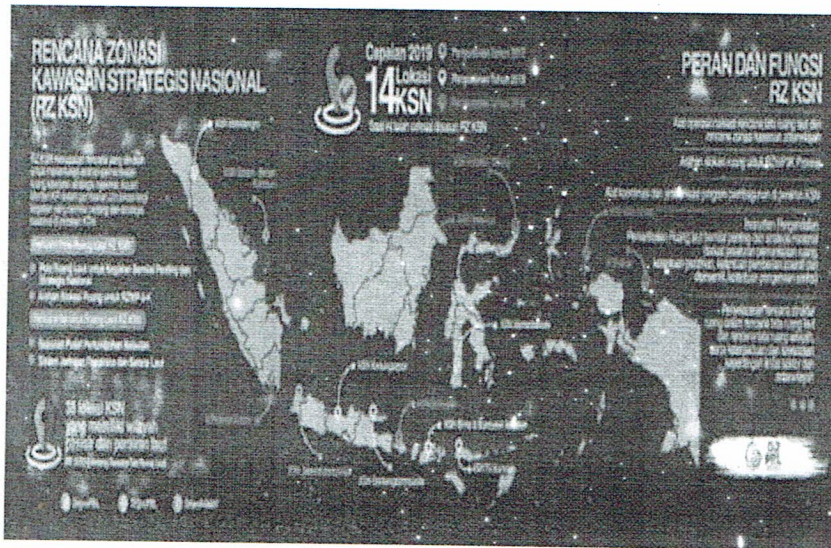


Gambar 1. Pembagian Zona Wilayah Pesisir

Diketahui bahwa wilayah pesisir terdiri dari beberapa zona pecah gelombang, pantai dan gisik, pesisir serta daratan alluvial kepelepasiran dan rawa belakang. Pada setiap pembagian wilayah zona pesisir ini akan berbeda dan berubah tergantung keadaan tipologi pantai. Karena keadaan tipologi pantai dapat berubah dan terpengaruh oleh beberapa faktor baik dari segi dinamika pesisir, dan oseanografi.

1.3. Pengelolaan Wilayah Pesisir

Didalam tipologi ekosistem pesisir kita dapat mengetahui tentang ciri khas dan ekosistem apa saja yang berada di Pulau-pulau kecil dan bagaimana bentuk interaksi dan kerentanannya. Namun agar tidak terjadi gangguan pada salah satu ekosistem maka dibutuhkan pengelolaan wilayah pesisir yang tepat dan sesuai dengan rencana zonasi kawasan strategis nasional.

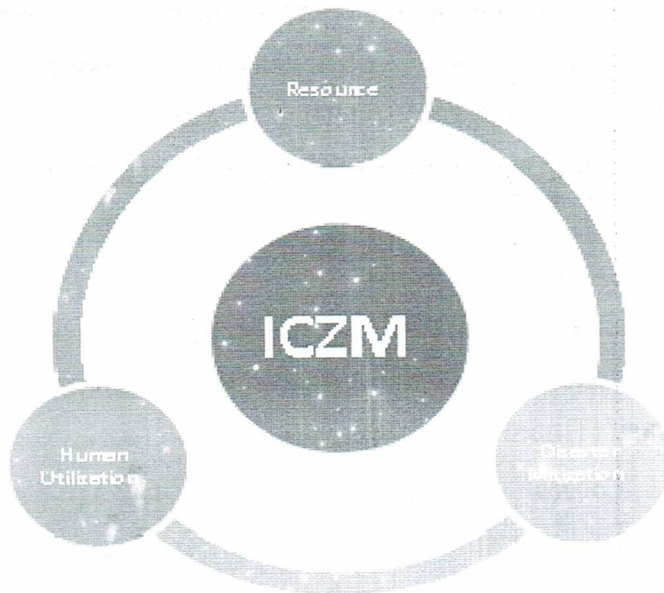


Gambar 2. Pengelolaan Ruang Laut dan Wilayah Pesisir

Sumber : Kementrian Kelautan dan Perikanan

Program RZKSN (Rencana Zonasi Kawasan Strategis Nasional) ini merupakan salah satu program yang di amandatkan oleh Perpres/no.16 tahun 2017 yang menjelaskan tentang bagaimana tata kelola ruang laut yang baik. Selain itu konsep dari pengelolaan wilayah pesisir ada yang dinamakan (*Intergrated Coastal Zone Management*).

Dengan penerapan metode ICZM yang dilakukan dengan co-management melibatkan unsur-unsur goverment based management, yang bekerja sama dengan community based management dan private sector secara terpadu dengan memperhatikan daya carrying capacity guna mewujudkan pembangunan berkelanjutan.



Gambar 3. Konsep Pengelolaan ICZM

Integrated coastal zone management (ICZM) terdapat 3 dasar pengelolaan dalam wilayah pesisir yaitu :

1. Menghindari pembangunan pada area rawan akan adanya genangan dari pengaruh laut ;
2. Memastikan bahwa sistem alami berfungsi secara berkelanjutan dengan kata lain siklus alam tidak ada mengalami gangguan ;
3. Mampu melindungi kehidupan masyarakat pesisir termasuk di dalamnya property dasar dan kegiatan ekonomi masyarakat dari dinamika proses di wilayah pesisir.

Strategi pengelolaan wilayah pesisir harus mengacu pada 5 aspek yaitu *spatial harmony* , *renewable capacity*, *viability*, *management limbah hasil kegiatan*, dan *artificial building*. Capaian akhir dari konsep ICZM ini adalah terjadi suatu pendekatan pada suatu ekosistem bisa lebih dari dua ekosistem dan adanya kegiatan pemanfaatan secara terpadu (*intergrated*) guna mencapai pembangunan wilayah pesisir secara berkelanjutan.

Pada umumnya kendala yang dihadapi dalam optimalisasi potensi sumber daya pesisir dan laut adalah rendahnya sumber daya manusia (SDM). Oleh sebab itu strategi pemberdayaan masyarakat pesisir merupakan salah satu langkah penting untuk direncanakan dan dilaksanakan dalam memutus rantai kemiskinan di wilayah pesisir (Citra, 2017).

Masyarakat pesisir mempunyai peran dan posisi sangat sentral sudah seharusnya lebih aktif dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Mengingat selama ini masyarakat pesisir mempunyai sikap cenderung lebih pasif (Tinambunan, 2016).

Integrated Coastal Zone Management (ICZM) merupakan pengelolaan wilayah pesisir dan laut secara terpadu dengan memperhatikan seluruh sektor yang terkait untuk mencapai tujuan pembangunan yang berkelanjutan. Pengelolaan wilayah pesisir dan laut secara terpadu dikenal dengan pengelolaan berdasarkan pendekatan secara komprehensif berupa kebijakan dari kewenangan lembaga dan hukum yang diperlukan dalam pembangunan dan perencanaan suatu kawasan pesisir dan laut (Kristiyanti, 2016).

Cincin-Sain dan Knecht (1989), menyatakan tentang apa saja fungsi pengelolaan wilayah pesisir ada 5 fungsi yang dijabarkan yaitu

1. Perencanaan Wilayah ;

- Pengkajian Lingkungan dan Pesisir;
- Pemanfaatannya ;
- Penentuan Zonasi Pemanfaatan Ruang;
- Antisipasi Perencanaan dan Pemanfaatan yang baru ;
- Pengaturan proyek pembangunan pesisir kedekatannya dengan garis pantai;
- Penyuluhan masyarakat untuk apresiasi terhadap kawasan pesisir dan laut;

- Pengaturan akses umum terhadap pesisir dan laut.

2. Pengembangan Pembangunan Ekonomi ;

- Industri perikanan tangkap ;
- Perikanan rakyat ;
- Wisata massal dan ekowisata, wisatabahari ;
- Perikanan budidaya ;
- Perhubungan laut dan pembangunan pelabuhan ;
- Pertambangan lepas pantai ;
- Penelitian kelautan ;
- Akses terhadap sumberdaya genetika.

3. Pemeliharaan Sumberdaya Alam

4. Penyelesaian Konflik ;

5. Perlindungan Keselamatan Masyarakat

1.4. Keterkaitan dengan Ekosistem

Indonesia merupakan negara yang mempunyai banyak sebaran ekosistem yang terbentang di wilayah pesisir dan laut. Semua ekosistem yang berada di wilayah pesisir saling berkaitan satu sama lain artinya

jika salah satu ekosistem terganggu secara alami maka akan mengakibatkan ekosistem yang lain juga ikut terganggu dan akan berdampak bagi keadaan tipologi ekosistem perairan, pesisir, dan laut.

Menurut Odgen dan Gladfelter (1983) menyatakan ada beberapa interaksi rumit yang mempengaruhi ekosistem yang ada di wilayah pesisir dan laut tropis adapun 5 kategori



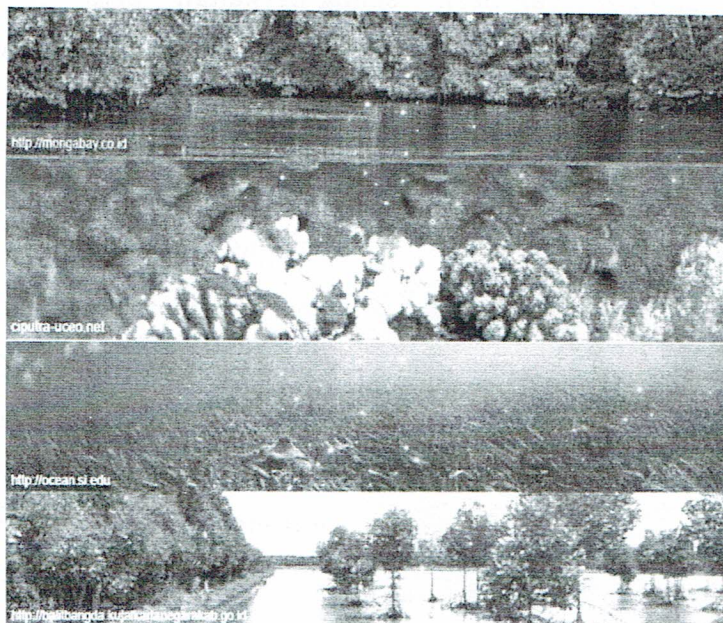
tersebut adalah ;

1. Interaksi fisik;
2. Interaksi bahan organik;
3. Interaksi bahan organik partikel ;
4. Interaksi migrasi biota ;
5. Interaksi dampak manusia.

Ekosistem yang ada di Indonesia ada banyak dan hampir tersebar diseluruh wilayah perairan Indonesia. Ekosistem yang berada di wilayah pesisir adalah ;

1. Estuaria ;
2. Ekosistem Mangrove ;
3. Ekosistem Pantai ;
4. Ekosistem Terumbu Karang ;
5. Ekosistem Padang Lamun.

Kelima ekosistem tersebut sangat erat kaitan dengan tipologi wilayah peisir, karena merupakan faktor penting dalam pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan. Dengan mengetahui keterkaitan serta



interaksi antar ekosistem yang berada di wilayah pesisir dapat menambah pemahaman mengenai jenis-jenis serta ciri khas masing-masing ekosistem yang berada di sekitarpesisir dan pulau-pulau kecil.

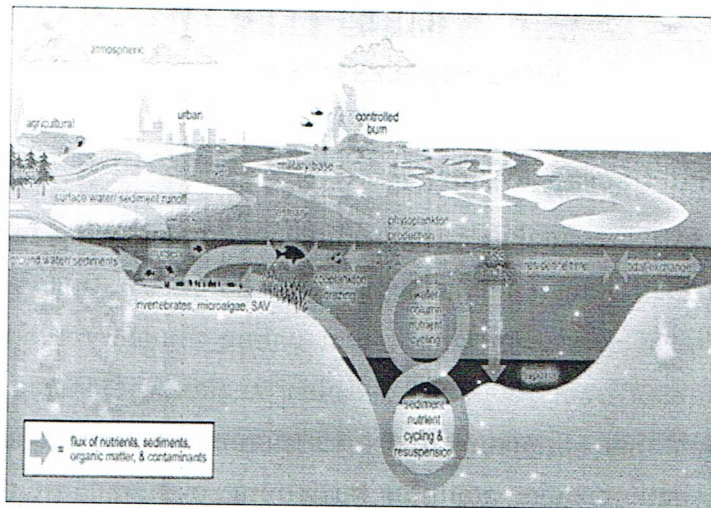
BAB II

EKOSISTEM ESTUARIA

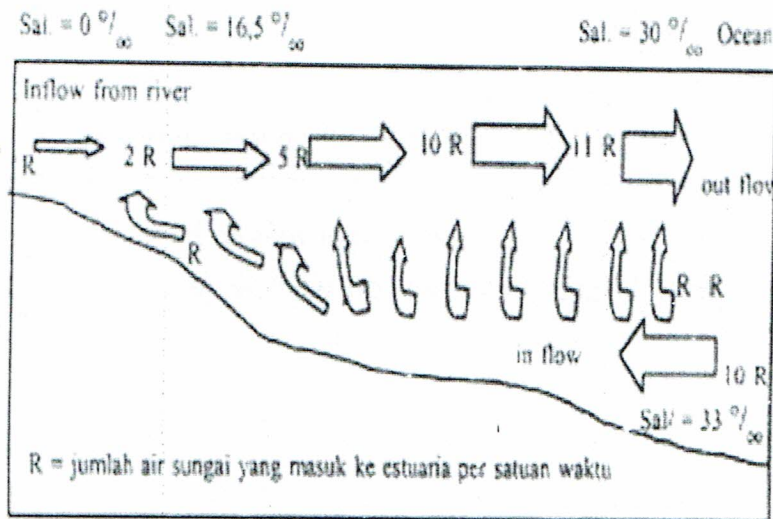
2.1. Pengertian Daerah Estuaria

Ekologi estuaria adalah daerah atau lingkungan yang merupakan campuran antara air sungai dan air laut, oleh karena itu komponen estuari dikenal sangat produktif dan paling mudah terganggu oleh tekanan lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan manusia maupun proses-proses alamiah. Lingkungan estuari umumnya merupakan pantai tertutup atau semi terbuka ataupun terlindung oleh pulau-pulau kecil, terumbu karang dan bahkan gundukan pasir dan tanah liat. Jenis perairan estuari memiliki variasi tinggi, apabila ditinjau dari beberapa faktor yaitu faktor kimia, fisika, dan biologi sehingga membentuk suatu ekosistem yang sangat kompleks.

Estuaria merupakan suatu habitat yang bersifat unik karena merupakan tempat pertemuan antara perairan laut dan perairan darat. Adanya aliran air tawar yang terus menerus dari hulu sungai dan adanya proses gerakan air akibat arus pasang surut yang mengangkat mineral-mineral, bahan organik dan sedimen merupakan bahan dasar yang dapat menunjang produktivitas perairan di wilayah estuaria yang melebihi produktivitas laut lepas dan perairan air tawar. Estuaria adalah wilayah pesisir semi tertutup yang mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka dan menerima masukan air tawar dari daratan. Secara sederhana estuaria didefinisikan sebagai tempat pertemuan air tawar dan air asin (Nybakken, 1988). Sebagian besar estuaria didominasi oleh substrat berlumpur yang merupakan endapan yang dibawa oleh air tawar dan air laut. Wilayah ini juga dapat dikatakan sebagai wilayah yang sangat dinamis, karena selalu terjadi proses dan perubahan baik lingkungan fisik maupun biologis.



Bercampurnya masa air laut dengan air tawar menjadikan wilayah estuaria memiliki keunikan tersendiri, yaitu dengan terbentuknya air payau dengan salinitas yang berfluktuasi



Gambar 4. Sistem Sirkulasi Estuaria pada upwelling

2.2. Karakteristik Estuaria

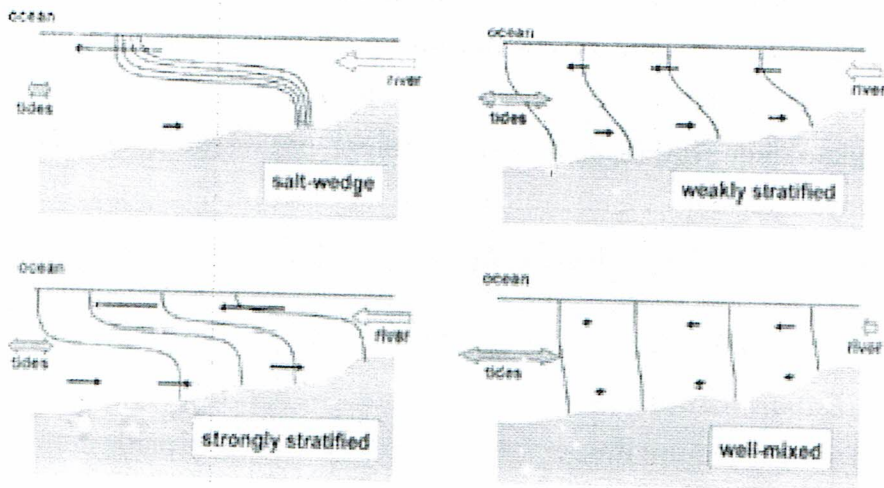
Estuari merupakan wilayah yang berada diantara laut dan sungai dan dipengaruhi oleh pasang-surut air laut. Berdasarkan Valle-Levinson (2010) menurut stratifikasi kolom air atau struktur vertikal salinitas,

estuari diklasifikasikan sebagai *salt wedge, strongly stratified, weakly stratified* atau *vertically mixed*. Klasifikasi ini berdasarkan kesetimbangan antara gaya apung dari aliran sungai dan mixing dari gaya pasang surut. Sedangkan menurut (Kamal dan Suardi, 2004) estuaria daratan pesisir umumnya terjadi pembentukan akibat permukaan air laut yang menggenangi sungai dibagian pantai yang landai.

A. Klasifikasi Estuari Berdasarkan Salinitas

Estuari stratifikasi tinggi atau *salt wedge estuary* bila aliran air sungai sangat mendominasi air pasang surut, seperti pada muara sungai besar, air tawar cenderung melimpahi air garam yang lebih berat. *Strongly stratified estuary* terjadi selama banjir pasang, ketika air laut mengintrusi dalam bentuk wedge. Beberapa sistem estuari ini kehilangan sifat salt wedge selama periode kering. Stratifikasi semacam itu atau estuari dua lapis akan memperlihatkan profil salinitas dengan suatu halocline atau zona dengan perubahan salinitas secara tajam dari atas sampai ke bawah.

- *Estuari tercampur sempurna* atau *well-mixed estuary* bila gerakan pasang surut sangat dominan dan hebat, air cenderung untuk bercampur dengan baik dari atas sampai ke bawah, dan secara relatif salinitas menjadi tinggi (hampir sama dengan salinitas laut). Perairan estuari ini terjadi pengadukan vertikal yang kuat disebabkan oleh gerak pasang surut hingga mengakibatkan perairan menjadi homogen secara vertikal.
- *Estuari tercampur sebagian* atau *partially-mixed estuary* atau *weakly stratified* bila aliran masuk air tawar dan pasang surut hampir sama, cara pencampuran yang dominan adalah turbulensi, yang disebabkan oleh periodisitas dari gerakan pasang-surut.



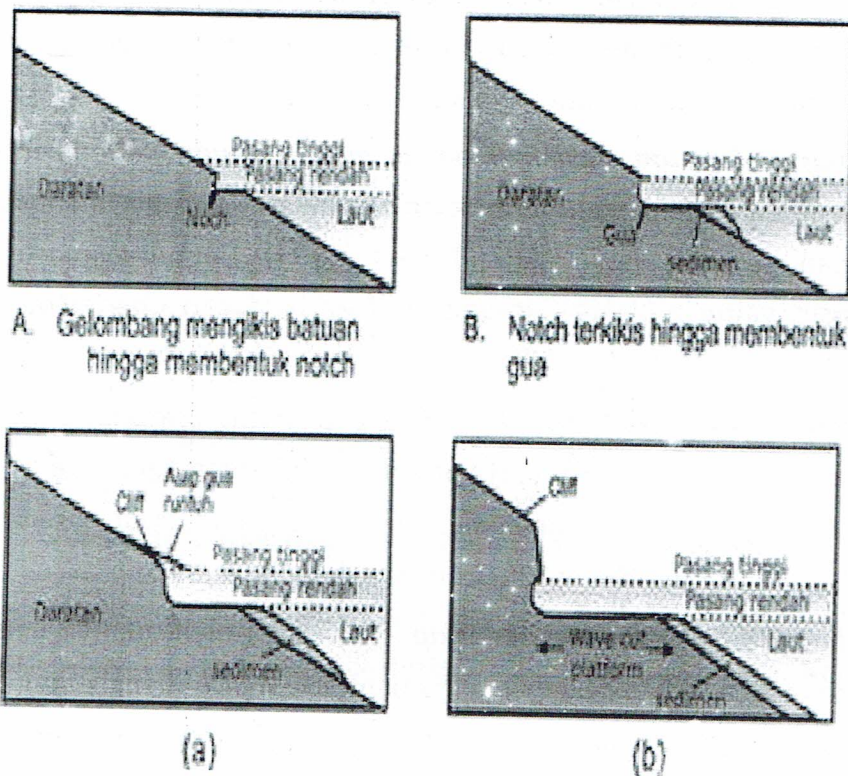
Gambar 5. Klasifikasi estuari berdasarkan salinitas

Pencampuran air laut dan air tawar membuat estuaria sebagai lingkungan yang mempunyai unik daripada lingkungan lainnya. Keunikan tersebut, yaitu (Tiwow, 2003):

1. Tempat bertemunya arus air dengan arus pasang-surut yang berlawanan menyebabkan pengaruh kuat pada sedimentasi, pencampuran air, dan ciri-ciri fisika lainnya, serta membawa pengaruh besar pada biotanya.
2. Pencampuran kedua macam air tersebut menghasilkan suatu sifat fisika lingkungan khusus yang tidak sama dengan sifat air sungai maupun sifat air laut.
3. Perubahan yang terjadi akibat adanya pasang-surut mengharuskan komunitas di dalamnya melakukan penyesuaian secara fisiologis dengan lingkungan sekelilingnya.
4. Tingkat kadar garam di daerah estuaria tergantung pada pasang-surut air laut, banyaknya aliran air tawar dan arus-arus lainnya, serta topografi daerah estuaria tersebut.

Berdasarkan geomorfologi estuaria, sejarah geologi daerah, dan keadaan iklim yang berbeda, maka terdapat beberapa tipe estuaria. Tipe-tipe estuaria tersebut, yaitu (Nybakken, 1988):

1. ***Estuaria daratan pesisir (coastal plain estuary)***. Pembentukannya terjadi akibat penaikan permukaan air laut yang menggenangi sungai di bagian pantai yang landau (Tiwow, 2003). Contoh estuaria daratan pesisir, yaitu di Teluk Chesapeake, Maryland dan Charleston, Carolina Selatan ;
2. ***Estuaria tektonik. Terbentuk akibat aktivitas tektonik*** (gempa bumi atau letusan gunung berapi) yang mengakibatkan turunnya permukaan tanah yang kemudian digenangi oleh air laut pada saat pasang (Tiwow, 2003). Contohnya Teluk San Fransisco di California ;
3. ***Gobah atau teluk semi tertutup***. Terbentuk oleh adanya beting pasir yang terletak sejajar dengan garis pantai sehingga menghalangi interaksi langsung dan terbuka dengan perairan laut (Tiwow, 2003). Contohnya di sepanjang pantai Texas dan pantai Teluk Florida
4. ***Fjord merupakan suatu teluk sempit (inlet) di antara tebing-tebing atau lahan terjal***. Biasa djumpai di Norwegia, Alaska, Selandia Baru, dll. Sebelumnya fjord ini merupakan sungai gletser yang terbentuk di wilayah pegunungan di kawasan pantai. Saat suhu menjadi hangat, sungai gletser ini mencair, akibatnya permukaan air laut naik dan membanjiri lembah di sela-sela pegunungan tersebut.



Gambar 6. Pembentukan Fjord

2.3. Biota dan Produktivitas Hayati

Di estuaria terdapat tiga komponen fauna, yaitu fauna lautan, air tawar dan payau. Komponen fauna yang terbesar didominasi oleh fauna lautan, yaitu hewan stenoalin yang terbatas kemampuannya dalam mentolerir perubahan salinitas (umumnya > 30 o/oo) dan hewan eurihalin yang mempunyai kemampuan mentolerir berbagai penurunan salinitas di bawah 30 o/oo. Komponen air payau terdiri dari soesies organisme yang hidup di pertengahan daerah estuaria pada salinitas antara $5 - 30$ o/oo. Spesies ini tidak ditemukan hidup pada perairan laut maupun tawar. Komponen air tawar biasanya biasanya terdiri dari hewan yang tidak mampu mentolerir salinitas di atas 5 o/oo dan hanya terbatas pada bagian hulu estuaria.

Di daerah estuaria banyak komunitas organisme yang terdiri dari jenis organisme endemik maupun jenis yang datang dari laut berada di wilayah ini, hal ini disebabkan karena banyak asupan makanan di wilayah ini. Seperti ikan pelagis kecil yang banyak terlihat disekitar wilayah estuaria ini hal ini karena banyak sebaran fitoplankton maupun makrozoobenthos yang ada di wilayah ini. Tak hanya ikan pelagis kecil saja yang sering dijumpai tetapi jenis biota komersil lainnya seperti udang yang telah memasuki fase tahap dewasa yang bebas lepas ke laut. Banyaknya distribusi fitoplankton, zooplankton dan zat organik lainnya sebagai bahan makanan menjadi daya tarik juga bagi jenis species kelas bivalvia.

2.4. Karakteristik Fisika Estuaria

Di estuaria terdapat beberapa parameter lingkungan yang mempengaruhi perairan estuaria menurut (Nybakken, 1988) adalah sebagai berikut :

1. Salinitas

Salinitas di estuaria dipengaruhi oleh musim, topografi estuaria, pasang surut, dan jumlah air tawar. Pada saat pasang-naik, air laut menjauhi hulu estuaria dan menggeser isohaline ke hulu. Pada saat pasang-turun, menggeser isohaline ke hilir. Kondisi tersebut menyebabkan adanya daerah yang salinitasnya berubah sesuai dengan pasang surut dan memiliki fluktuasi salinitas yang maksimum (Nybakken, 1988). Rotasi bumi juga mempengaruhi salinitas estuaria yang disebut dengan kekuatan Coriolis. Rotasi bumi membelokkan aliran air di belahan bumi. Di belahan bumi utara, kekuatan coriolis membelokkan air tawar yang mengalir ke luar sebelah kanan jika melihat estuaria ke arah laut dan air asin mengalir ke estuaria digeser ke kanan jika melihat estuaria dari arah laut. Pembelokkan aliran air di belahan bumi selatan adalah kebalikan dari belahan bumi utara (Nybakken, 1988).

2. Substrat

Dominasi substrat pada estuaria adalah lumpur yang berasal dari sediment yang dibawa ke estuaria oleh air laut maupun air tawar. Sungai membawa partikel lumpur dalam bentuk suspensi. Ion-ion yang berasal dari air laut menyebabkan partikel lumpur menjadi menggumpal dan membentuk partikel yang lebih besar, lebih berat, dan mengendap membentuk dasar lumpur yang khas. Partikel yang lebih besar mengendap lebih cepat daripada partikel kecil. Arus kuat mempertahankan partikel dalam suspensi lebih lama daripada arus lemah sehingga substrat pada tempat yang arusnya kuat menjadi kasar (pasir atau kerikil) dan tempat yang arusnya lemah mempunyai substrat dengan partikel kecil berupa lumpur halus. Partikel yang mengendap di estuaria bersifat organik sehingga substrat menjadi kaya akan bahan organik (Nybakken, 1988).

3. Suhu

Suhu air di estuaria lebih bervariasi daripada suhu air di sekitarnya karena volume air estuaria lebih kecil daripada luas permukaan yang lebih besar. Hal tersebut menyebabkan air estuaria menjadi lebih cepat panas dan cepat dingin. Suhu air tawar yang dipengaruhi oleh perubahan suhu musiman juga menyebabkan suhu air estuaria lebih bervariasi. Suhu estuaria lebih rendah saat musim dingin dan lebih tinggi saat musim panas daripada daerah perairan sekitarnya. Suhu air estuaria juga bervariasi secara vertikal. Pada estuaria positif memperlihatkan bahwa pada perairan permukaan didominasi oleh air tawar, sedangkan untuk perairan dalam didominasi oleh air laut.

4. Aksi dan Ombak Arus

Perairan estuaria yang dangkal menyebabkan tidak terbentuknya ombak yang besar. Arus di estuaria disebabkan oleh pasang surut dan aliran sungai. Arus biasanya terdapat pada kanal. Jika arus berubah posisi, kanal baru menjadi cepat terbentuk dan kanal lama menjadi tertutup.

5. Kekeruhan

Besarnya jumlah partikel tersuspensi dalam perairan estuaria pada waktu tertentu dalam setahun menyebabkan air menjadi sangat keruh. Kekeruhan tertinggi saat aliran sungai maksimum dan kekeruhan minimum di dekat mulut estuaria.

6. Oksigen

Kelarutan oksigen dalam air berkurang dengan naiknya suhu dan salinitas, maka jumlah oksigen dalam air akan bervariasi. Oksigen sangat berkurang di dalam substrat. Ukuran partikel sediment yang halus membatasi pertukaran antara air interstitial dengan kolom air di atasnya, sehingga oksigen menjadi sangat cepat berkurang.

Secara fisik dan biologis, estuaria merupakan ekosistem produktif yang setaraf dengan hutan hujan tropik dan terumbu karang, karena :

1. Estuaria berperan sebagai jebak zat hara yang cepat di daur ulang. Jebakan ini bersifat fisik dan biologis. Ekosistem estuaria mampu menyuburkan diri sendiri melalui
 - Dipertahankannya dan cepat di daur ulangnya zat-zat hara oleh hewan-hewan yang hidup di dasar esutaria seperti bermacam kerang dan cacing.
 - Produksi detritus, yaitu partikel- partikel serasah daun tumbuhan akuatik makro (makrofiton akuatik) seperti lamun yang kemudian di makan oleh bermacam ikan dan udang pemakan detritus.
 - Pemanfaatan zat hara yang terpendam jauh dalam dasar lewat aktivitas mikroba (organisme renik seperti bakteri), lewat akar tumbuhan yang masuk jauh kedalam dasar estuary, atau lewat aktivitas hewan penggali liang di dasar estuaria seperti bermacam cacing

2. Beragamnya komposisi tumbuhan di estuaria baik tumbuhan makro (makrofiton) maupun tumbuhan mikro (mikrofiton), sehingga proses fotosintesis dapat berlangsung sepanjang tahun.
3. Adanya fluktuasi permukaan air terutama akibat aksi pasang-surut, sehingga antara memungkinkan pengangkutan bahan makanan dan zat hara yang diperlukan berbagai organisme estuaria

Jumlah organisme yang mendiami estuaria jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan organisme yang hidup di perairan tawar dan laut. Sedikitnya jumlah spesies ini terutama disebabkan oleh fluktuasi kondisi lingkungan, sehingga hanya spesies yang memiliki kekhususan fisiologis yang mampu bertahan hidup di estuaria. Selain miskin dalam jumlah spesies fauna, estuaria juga miskin akan flora. Keruhnya perairan estuaria menyebabkan hanya tumbuhan mencuat yang dapat tumbuh mendominasi

2.5. Peran Ekologis Estuaria

Menurut (Rahma dan Febrianti, 2022) peran ekologi estuaria yang penting adalah sebagai berikut :

- Merupakan sumber zat hara dan bahan organik bagi bagian estuari yang jauh dari garis pantai maupun yang berdekatan denganya, lewat sirkulasi pasang surut (tidal circulation).
- Menyediakan habitat bagi sejumlah spesies ikan yang ekonomis penting sebagai tempat berlindung dan tempat mencari makan (feeding ground).
- Memenuhi kebutuhan bermacam spesies ikan dan udang yang hidup dilepas pantai, tetapi bermigrasi keperairan dangkal dan berlindung untuk memproduksi dan/atau sebagai tempat tumbuh besar (nursery ground) anak mereka.
- Sebagai potensi produksi makanan laut di estuaria yang sedikit banyak didiamkan dalam keadaan alami. Kijing yang bernilai komersial (*Rangia euneata*) memproduksi 2900 kg daging per ha dan 13.900 kg cangkang

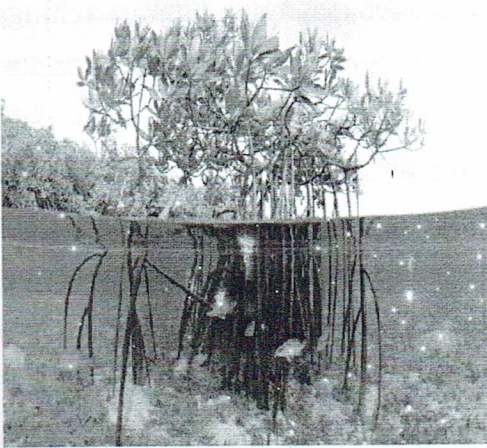
per ha pada perairan tertentu di texas. Andaikata 2 kkal per gram berat basah, hasil ini berarti sekitar 580 kkal per m, atau sebanding dengan hasil ikan dari kolam buatan yang di kelola dan di pupuk paling intensif, tentu saja dengan mengingat bahwa tempat pemeliharaan kijing memerlukan masukan energi dari perairan yang berdekatan

BAB III

EKOSISTEM MANGROVE

3.1. Pengertian Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan suatu ekosistem yang banyak tumbuh berbagai macam jenis vegetasi khas mangrove yang tidak bisa digantikan oleh vegetasi lain. Vegetasi yang ada mempunyai ciri khas yang



sangat identik baik dalam hal penampakan dan, pengelompokkan. Agar dapat bertahan hidup vegetasi mangrove mempunyai pola untuk beradaptasi, mulai dari adaptasi peakaran, adaptasi daun hingga adaptasi bunga dan buah. Di wilayah perairan, pesisir, dan laut Indonesia ekosistem mangrove ini banyak terbentang di sekitar pesisir dan pulau-pulau kecil dengan berbagai

macam jenis mangrove yang beraneka ragam.

Ekosistem mangrove juga merupakan kesatuan dari komunitas yang ada di vegetasi mangrove dengan beraneka ragam fauna dan mikroorganisme sehingga dapat tumbuh dan berkembang pada daerah sepanjang pantai terutama pada daerah yang pasang-surut, laguna, dan substrat lumpur atau lumpur berpasir yang membentuk suatu keseimbangan lingkungan hidup yang berkelanjutan (Taluke *et al.*, 2019).

Mangrove juga merupakan bentuk karakteristik dari tanaman pantai, estuari, atau muara sungai, dengan demikian pada kondisi yang sesuai mangrove akan membentuk hutan yang ekstensif dan produktif. Banyak nama atau istilah dari mangrove “Hutan pantai”, hutan pasang-

surut, hutan payau, dan yang sering disebut adalah hutan bakau. Keanekaragaman jenis ekosistem mangrove di Indonesia cukup tinggi jika dibandingkan dengan negara lain di dunia. Jumlah jenis mangrove yang ada di Indonesia mencapai 89 yang terdiri dari 35 jenis pohon, 5 jenis tema, 9 jenis perdu, 9 jenis liana, 29 jenis epifit, dan 2 jenis parasit (Nontji, 1987). Dari 35 jenis pohon tersebut, yang umum ditemukan di wilayah pesisir pantai adalah *Avicennia sp*, *Sonneratia sp*, *Rhizophora sp*, *Bruguiera sp*, *Xylocarpus sp*, *Cerios sp*, dan *Excario sp*.

Salah satu tumbuhan tingkat tinggi yang mampu beradaptasi dengan lingkungan laut adalah Mangrove. Dengan berbagai kelebihanannya sehingga tumbuhan ini berfungsi sangat penting bagi ekosistem laut dan ekosistem darat. Akar mangrove yang kuat bisa menahan arus, sehingga dapat mencegah erosi sedimen laut. mangrove merupakan komunitas tumbuhan yang khas berada di daerah tropis sepanjang pantai yang terlindung atau berada di muara sungai, sering disebut sebagai hutan bakau, hutan payau, atau hutan pasang surut dan merupakan suatu ekosistem antara darat dan laut (Madyowati & Kusyairi, 2020).

Berdasarkan uraian diatas hutan mangrove merupakan vegetasi pantai tropis & sub-tropis yang didominasi oleh berbagai spesies mangrove yang bisa tumbuh dan berkembang di daerah pasang surut, berlumpur,serta berpasir. Akan tetapi, tidak semua pantai bisa ditumbuhi mangrove oleh karena pertumbuhannya yang memiliki persyaratan, seperti kondisi pantai yang terlindungi dan relatif tenang, dan mendapat sedimen dari muara sungai. Secara lebih luas dalam mendefinisikan hutan mangrove sebaiknya memperhatikan beberapa hal yang berkaitan dengan mangrove.

Asal kata “mangrove” tidak diketahui secara jelas dan terdapat berbagai pendapat mengenai asal-usul katanya. Beberapa ahli mendefinisikan istilah “mangrove” secara berbeda-beda, namun merujuk pada hal yang sama. Tomlinson (1986) dan Wightman (1989)

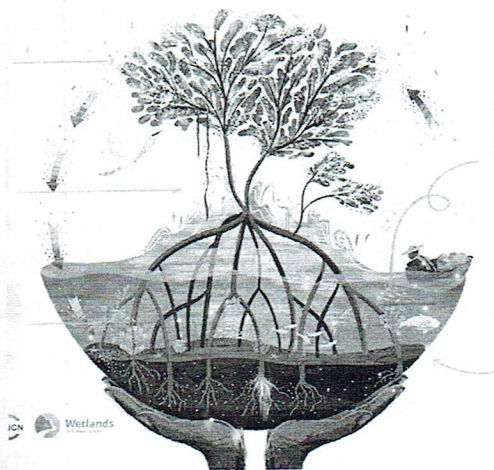
mendefinisikan mangrove baik sebagai tumbuhan yang terdapat di daerah pasang surut maupun sebagai komunitas. Mangrove juga didefinisikan sebagai formasi tumbuhan daerah litoral yang khas di pantai daerah tropis dan sub tropis yang terlindung (Saenger, dkk, 1983). Sementara itu Soerianegara (1987) mendefinisikan hutan mangrove sebagai hutan yang terutama tumbuh pada tanah lumpur aluvial di daerah pantai dan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut, dan terdiri atas jenis-jenis pohon *Aicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera*, *Excoecaria*, *Xylocarpus*, *Aegiceras*, *Scyphyphora* dan *Nypa*.

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang memegang peranan yang sangat penting dalam melindungi daratan dari abrasi oleh gelombang laut dan sebagai peredam alami dari terjangan tsunami. Ekosistem mangrove juga memiliki peran yang sangat besar baik secara fisika, kimia, ekologi, dan ekonomi (Alwi et al., 2019; Hilmi et al., 2019).

Salah satu vegetasi yang dapat hidup pada wilayah pasang surut yaitu mangrove. Mangrove mampu melakukan adaptasi pada kondisi lingkungan ekstrem yaitu pada kondisi tanah yang tergenang dengan

kadar salinitas yang tinggi. Hutan mangrove dapat disebut juga hutan bakau. Habitat khusus untuk pertumbuhan mangrove berada pada daerah intertidal dengan vegetasi tanah berlumpur atau berpasir, daerah secara berkala tergenang air laut, pasokan air tawar dari daratan cukup dan terlindungi dari gelombang tinggi dan pasang surut yang kuat. Fungsi yang dimiliki

MANGROVES TOWARDS ACHIEVEMENT OF THE POST-2020 GLOBAL BIODIVERSITY



mangrove yaitu melindungi garis pantai, habitat bagi beberapa organisme, dan sebagai sumber energi Selain fungsi bagi ekosistem mangrove

juga menjadi ekosistem produktif yang mampu memberi nilai tambah barang dan jasa ekosistem yang baik bagi lingkungan dan manusia (Musalima *et al.*, 2021).

Mangrove merupakan habitat berbagai vegetasi mikroorganisme yang toleran terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim mangrove juga memberikan peran penting untuk melestarikan keanekaragaman hayati Ekosistem mangrove memberikan jasa perlindungan terhadap serangan predator ikan kecil, larva ikan dan kerang) (Poedjirahajoe dan Matatula, 2019). Keberadaan ekosistem mangrove memegang peranan penting berperan dalam penyediaan jasa lingkungan di pesisir daerah dan juga habitat bagi sejumlah organisme laut seperti ikan, udang, kepiting, plankton, dan benthos (Maulidia *et al.*, 2022; Sadono *et al.*, 2020).

3.2. Asal Mangrove

Menurut beberapa ahli yang terdapat dalam kutipan buku dari “(Rignolda, 2018)” yaitu menurut (Specht, 1981 ; Hutchings dan saenger, 1987 ; Spalding *et al.*, 1997) menyatakan bahwa masih terdapat perbedaan dan ketidakpastian tentang asal mangrove. Komunitas mangrove dipercaya awal mulanya berasal dari wi;ayah antara Australia dan Papua Nugini, namun ada juga yang menerangkan bahwa komunitas mangrove berkembang di dekat tepian daratan Australian dan Papua Nugini, selanjutnya baru menyebar ke Asia Tenggara dan Wilayah india hingga Atlantik melalui Laut Tengah (*Mediterranean Basin*).

Kenyataannya bahwa tak satupun teori maupun interpretasi yang telah diungkapkan sebelumnya dapat diterima secara universal. Asal mangrove tidak terbatas pada suatu tempat, tetapi mungkin vegetasi tersebut berasal dari sejumlah tempat berbeda di muka bumi ini. Pembuktian ilmiah tentang asal mula mangrove, apakah berasal dari suatu tempat tertentu ataukah berasal dari beberapa tempat di muka bumi perlu dilakukan.

3.3. Distribusi Ekosistem Mangrove di Dunia

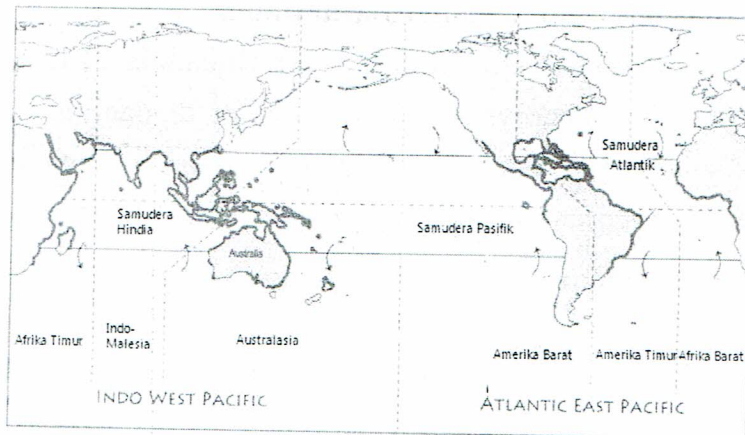
Menurut (Spalding et al., 1997) dalam (Rignolda, 2018) menyatakan bahwa ekosistem mangrove terutama tumbuh di daerah antaran garis lintang 30° sebelah Utara dan Selatan bumi ini namun Pasifik tidak banyak jenis vegetasi mangrove yang ditemukan



Gambar 7. Distribusi Mangrove di Dunia

Sedangkan menurut (Duke, 1992) dalam (Rignaldo, 2018) menyatakan bahwa distribusi mangrove di dunia tersebar di enam wilayah biogeografik, yaitu :

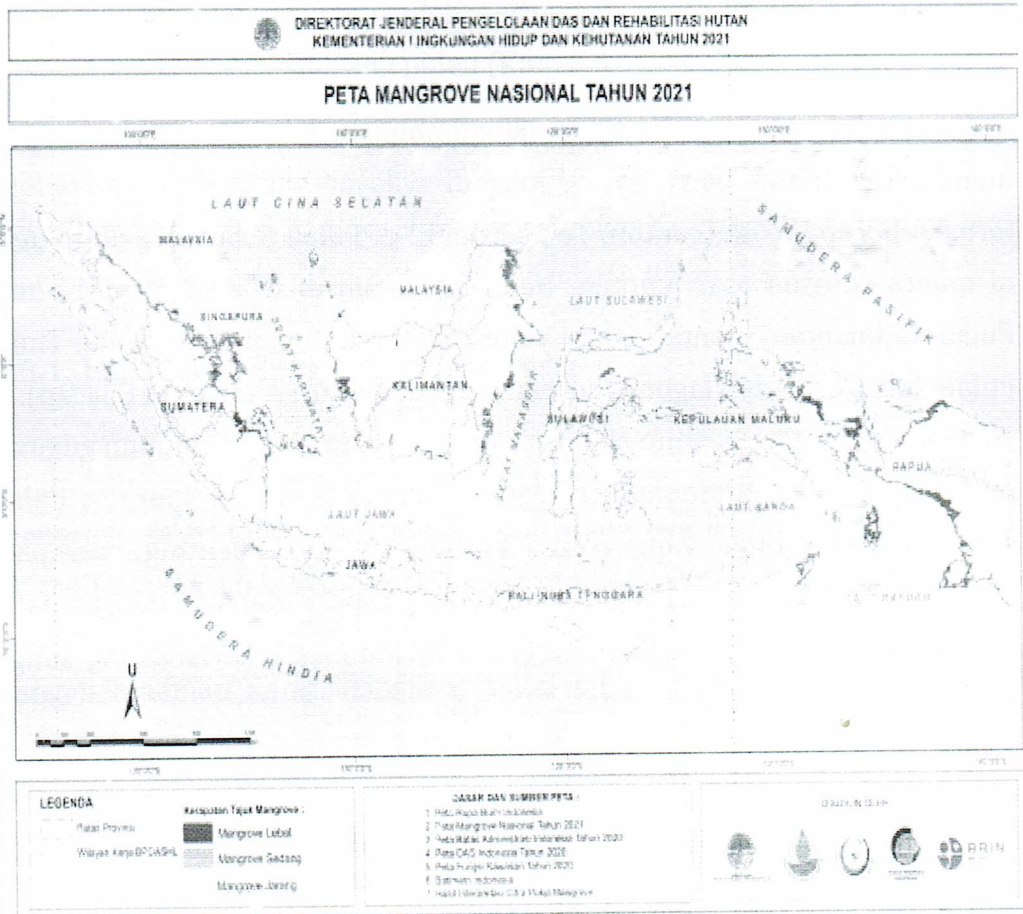
- 1. Amerika Bagian Barat dan Pasifik Bagian Barat,**
- 2. Amerika Bagian Timur dan Karibia,**
- 3. Afrika Bagian Barat,**
- 4. Afrika Bagian Timur dan Madagaskar,**
- 5. Indo-Malesia dan Asia,**
- 6. Australia dan Pasifik Bagian Barat.**



Gambar 8. Enam Wilayah Biogeografi Distribusi Mangrove

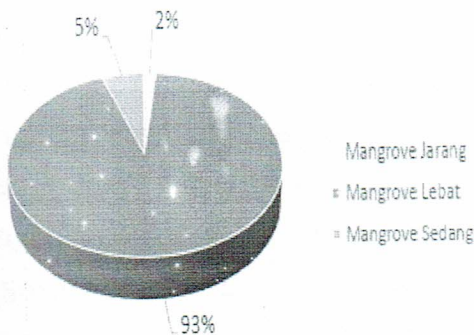
3.4. Distribusi Ekosistem Mangrove di Indonesia

Berdasarkan Peta Mangrove Nasional yang resmi dirilis oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2021, diketahui bahwa total luas mangrove Indonesia seluas 3.364.076 Ha. Dari 3.364.076 Ha mangrove Indonesia terdapat 3 (tiga) klasifikasi kategori kondisi mangrove lebat adalah mangrove dengan tutupan tajuk > 70%, mangrove sedang dengan tutupan tajuk 30-70%, mangrove jarang dengan tutupan tajuk <30%. Namun, tingkat kerusakan hutan mangrove saat ini di Indonesia sudah mencapai sebanyak 5,9 juta hektar atau sekitar 68,8 persen.



Gambar 9. Peta Distribusi Mangrove di Indonesia

Berdasarkan pemetaan mangrove nasional tahun 2021, luas mangrove eksisting adalah sebesar 3.364.080 Ha, dan luas potensi habitat mangrove adalah 756.183 Ha. Hal ini berarti bahwa luas ekosistem mangrove di Indonesia adalah 4.120.263 Ha, yang merupakan penjumlahan dari luas areal mangrove eksisting dan potensi habitat mangrove. Dengan demikian komposisi mangrove eksisting dan potensi habitat mangrove



terhadap keseluruhan ekosistem mangrove di Indonesia berturut-turut adalah 82% dan 18%.

Di pesisir pantai Indonesia tumbuhan ini ditemukan tumbuh membentuk hutan pantai yang luas di wilayah-wilayah pantai dengan formasi berupa teluk (contoh, Teluk Tomini di Pulau Sulawesi), delta-delta di muara sungai besar (contoh, Delta Mahakam di wilayah pantai Timur Pulau Kalimantan), pantai-pantai yang landai (contoh, pesisir pantai Timur Pulau Sumatera), dan laguna (contoh, Laguna Segara Anakan di Cilacap). Di wilayah pesisir pantai lainnya baik di daratan pulau besar maupun gugusan pulau-pulau kecil, tumbuhan ini dapat ditemukan secara sporadis dalam komunitas-komunitas yang relatif kecil. Jauh lebih penting dari pada sekedar angka-angka luasan, sekarang kita diperhadapkan dengan fakta bahwa deforestasi ekosistem mangrove di Indonesia berlangsung sangat cepat, bahkan terhitung tercepat di dunia.

3.5. Keanekaragaman Jenis Mangrove

Keanekaragaman jenis mangrove di Indonesia cukup tinggi dibandingkan dengan negara lain yang di dunia. Dengan penyebarannya hampir diseluruh wilayah pesisir. Salah satunya yang ada di Sumatera Barat. Provinsi Sumatera Barat dikelilingi oleh perairan pesisir dan laut yang sangat banyak terbentang dan banyak berbagai macam ekosistem yang ada di kawasan tersebut salah satunya mangrove. Seperti yang ditemukan di tiga pulau di Kabupaten Pasaman Barat (pulau Taming, pulau Harimau, dan pulau Panjang) telah teridentifikasi tumbuhan 15 spesies, 11 famili, 2 famili dan 5 spesies merupakan masuk pada kategori mangrove sejati dan spesies dominan adalah *R. stylosa* dengan di pulau Taming, pulau Harimau 36 spesies, 24 famili, 9 spesies dan 4 famili masuk pada mangrove sejati, spesies dominan *R. apiculata*, sedangkan pada pulau Panjang 18 spesies, 14 famili, dimana 5 spesies dan 2 famili masuk kategori mangrove sejati, spesies dominan *R. mucronata*. Dari masing-masing pulau menunjukkan komposisi, struktur vegetasi dan kedominan speises yang

berbeda dan ini disebabkan oleh perbedaan substrat yang dominan yang terdapat pada masing-masing pulau (Kamal & Haris, 2014).

Menurut (Kamal, 2011), bahwa jenis mangrove yang tergolong mangrove sejati jenis tumbuhannya antara lain *R. apiculata*, *R. stylosa*, *B. gymnorhiza*, *C. tagal*, *A. alba*, *B. sexsengula*, dan *X. Granatum* beberapa jenis mangrove ditemukan salah satunya di kawasan Pulau Unggas.

3.5.1. Jenis-Jenis Mangrove di Indonesia

Menurut (BPSPL, 2021) pada ekosistem mangrove dikenal jenis-jenis tumbuhan yang dinamakan dengan mangrove sejati utama (mayor), mangrove sejati tambahan (minor), dan mangrove ikutan. Mangrove sejati utama (mayor) adalah tumbuhan yang tumbuh pada wilayah pasang surut dan membentuk tegakan murni. Mangrove jenis ini jarang bergabung dengan tanaman darat. Mangrove sejati minor (tambahan) adalah bukan komponen penting dari mangrove dan biasanya ditemukan di daerah tepi dan jarang membentuk tegakan, sedangkan mangrove ikutan adalah tumbuhan yang tidak pernah tumbuh di komunitas mangrove sejati dan biasanya tumbuh bergabung dengan tumbuhan daratan. Pengenalan sederhana untuk dapat mengenal jenis-jenis mangrove sejati untuk tujuan rehabilitasi difokuskan pada jenis-jenis yang membentuk tegakan murni. Berikut jenis-jenis mangrove yang ada di Indonesia :

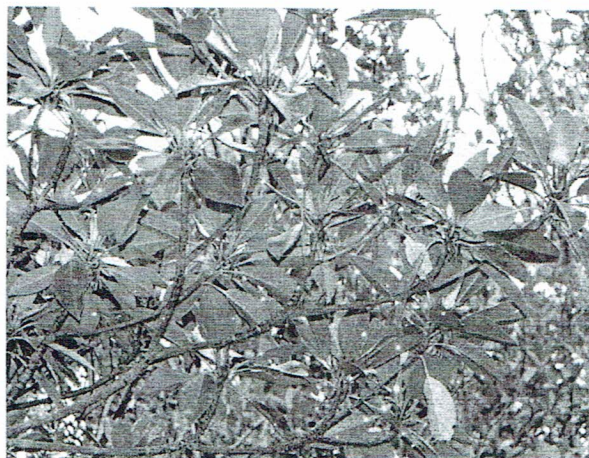
A. *Avicennia* sp



Di Indonesia *Avicennia* dikenal dengan nama api-api, dimana akar dari mangrove ini memiliki bentuk seperti pensil yang menonjol dari permukaan air yang berbentuk kerucut. Di Indonesia ada 5 jenis api-api yang dikenal yaitu *A. alba*, *A. eucalyptifolia*, *A. lanata*, *A. marina*, dan *A. officinalis*. *Avicennia* memiliki ciri-ciri yaitu daunnya berbentuk bulat telur terbalik dengan ujung meruncing. Sistem perakaran yang dimiliki yaitu akar nafas tegak yang berbentuk pensil. Memiliki bunga berwarna kuning-jingga yang bergerombol di ujung tandan. Selain itu, *Avicennia* juga memiliki buah berbentuk bulat dengan permukaan buah terdapat rambut halus.

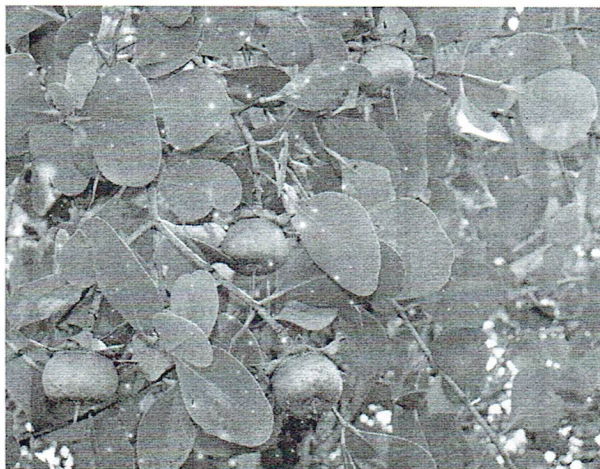
B. *Bruguiera*

Mangrove jenis *bruguiera* ini tumbuh pada areal yang digenangi pasang tinggi. Di Indonesia dikenal dengan nama bogem, butong, butun. *Bruguiera* memiliki ciri khas yaitu memiliki akar lutut atau papan/banir. Daunnya berbentuk bulat telur terbalik dengan ujung agak tumpul. Ketika masih muda daunnya berwarna merah muda. Bunga *Bruguiera* menggantung dan bergerombol berukuran besar. Bentuk buah *Bruguiera* seperti buah delima yaitu berbentuk piramid dan berukuran lebih besar. Di Indonesia dikenal 6 jenis tanaman ini, yaitu *B. cylindryca*, *B. exaristata*, *B. gymnorrhiza*, *B. haenessii*, *B. parviflora*, dan *B. sexangula*.



C. *Sonneratia*

Sonneratia dikenal umum dengan nama pedada. Jenis ini menyukai tanah yang bercampur lumpur dan pasir. Sering ditemukan di lokasi pesisir yang terlindung dari hempasan gelombang. Sama seperti *Avicennia*, jenis *Sonneratia* ini juga memiliki sistem perakaran yaitu akar nafas yang berbentuk kerucut tumpul yang muncul ke permukaan. Daunnya berbentuk bulat telur terbalik dengan ujung membulat. *Sonneratia* memiliki bunga berbentuk seperti lonceng yang bagian luarnya berwarna hijau dan dalamnya merah. Kemudian buahnya seperti bola dengan ujung bertangkai dan bagian dasarnya terbungkus kelopak bunga. Di Indonesia umum dijumpai 3 jenis, yaitu *S. alba*, *S. caseolaris*, dan *S. ovata*.



D. *Sonneratia*

Jenis *Rhizophora* biasa tumbuh di areal tanah berlumpur yang digenangi oleh pasang surut sedang. Di Indonesia, mangrove ini memiliki nama lokal bakau minyak. *Rhizophora* memiliki perakaran yang khas hingga mencapai ketinggian 5 meter, dan kadang-kadang memiliki akar udara yang keluar dari cabang. Bentuk daunnya elips dengan ujung meruncing. Bunga *Rhizophora* ada di ketiak daun dan memiliki kelopak berwarna kuning kecoklatan. Buahnya kasar berbentuk bulat memanjang. Di Indonesia

sering dijumpai 3 jenis dari *Rhizophora* di ekosistem mangrove di Indonesia, yaitu *R. apiculata*, *R. mucronata*, dan *R. stylosa*.



E. *Ceriops*

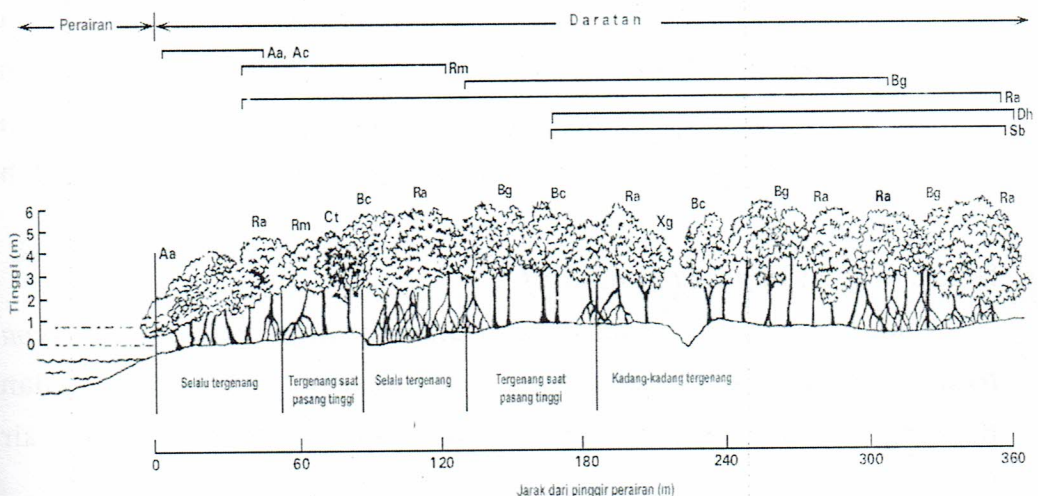
Ceriops membentuk belukar yang rapat pada pinggir daratan dari hutan pasang surut dan/atau pada areal yang tergenang oleh pasang tinggi. *Ceriops* memiliki akar tunjang kecil berbentuk seperti pensil. Daunnya berwarna hijau mengkilap berbentuk bulat telur terbalik dengan ujung membulat. Lalu, bunga mengelompok di ujung tandan dan terletak di ketiak daun. Kemudian, bentuk buahnya memanjang dengan tabung kelopak yang melengkung. Di Indonesia terdapat 2 jenis yaitu *C. decandra* dan *C. tagal*



3.5.2. Distribusi dan Zonasi Vegetasi Mangrove

Menurut (Noor *et al.*, 2007) ekosistem mangrove adalah yang tumbuh didaerah pasang-surut terutama pada daerah intertidal atau pantai yang terlindungi. Namun secara sederhana vegetasi mangrove tersebar menjadi 4 zona yaitu :

- **Mangrove terbuka:** mangrove ini banyak ditemukan pada bagian yang berhadapan dengan arah laut. Jenis vegetasi mangrove yang banyak ditemukan pada zona ini adalah *Sonneratia alba* yang mana tempat tumbuh jenis ini banyak dipengaruhi oleh air laut. Jenis *Sonneratia alba* pada zona ini banyak ditemukan dan cenderung dominan pada kawasan daerah berpasir.
- **Mangrove tengah:** mangrove ini terdapat pada bagian belakang dari zona mangrove terbuka. Jenis vegetasi mangrove yang dominan ditemukan di zona mangrove tengah ini adalah *Rhizophora*.
- **Mangrove payau:** mangrove ini merupakan mangrove yang terbentang disepanjang sungai yang berair payau hingga hampir tawar. Dalam zona ini ada dua jenis yang ditemukan *Nypa* dan termasuk juga *Sonneratia*.
- **Mangrove daratan:** Mangrove berada di zona perairan payau atau hampir tawar di belakang jalur hijau mangrove yang sebenarnya. Jenis-jenis yang umum ditemukan pada zona ini termasuk *Ficus microcarpus* (*F. retusa*), *Intsia bijuga*, *N. fruticans*, *Lumnitzera racemosa*, *Pandanus* sp. dan *Xylocarpus moluccensis*.



Gambar 11. Zona Jenis Vegetasi Mangrove

Sumber : (Noor *et al.*, 2007)

Vegetasi mangrove dan bentuk komunitasnya menurut pernyataan (Kitamura *et al.*, 1997) menyebutkan bahwa vegetasi yang ada di ekosistem mangrove ada 3 zona vegetasi yakni vegetasi utama, vegetasi pendukung, serta vegetasi asosiasi. Namun jika dilihat berdasarkan fisiognomi beserta tingkat perkembangannya, vegetasi mangrove dibagi menjadi lima yaitu ;

- **Vegetasi Semak (*Mangrove Scrub*)**

Vegetasi ini memiliki karakteristik seperti mempunyai banyak cabang, tumbuh sangat kuat, membentuk anaka, rimbun dan pendek. Jenis mangrovenya banyak didominasi oleh *Avicennia marina* dan *Sonneratia caseolaris*.

- **Vegetasi Mangrove Muda**

Vegetasi ini mempunyai ciri-ciri dengan satu lapis tajuk seragam seperti *Rhizophora* sp. Vegetasi ini muncul setelah perkembangan jenis mangrove *Avicennia* sp dan *Sonneratia* sp. Selain itu terjadi juga percampuran vegetasi jenis *Rhizophora* sp dan *Bruguiera* sp dengan jenis mangrove lain seperti *Excoecaria agallocha* dan *Xylocarpus* sp.

- **Vegetasi Mangrove Dewasa**

Pada tahap ini karakteristik vegetasi mangrove dewasa dapat ditandai dengan terjadi perkembangan dan pertumbuhan yang signifikan pada mangrove jenis *Rhizophora* sp dan *Bruguiera* sp yang tinggi dan besar serta sudah ditandai dengan munculnya semai yang ada dibawah tajuk.

- **Nipah (*Nypa Swamp Community*)**

Pada tahap ini dicirikan dengan ditemukannya jenis nipah (*Nypa fruticans*) sebagai jenis spesies yang pionir atau yang utama tumbuh dan berkembang dekat muara serta dekat tempat pertemuan antara air tawar dan air asin.

3.5.3. Klasifikasi Mangrove Berdasarkan Geomorfologi

Menurut (Kitamura *et al.*, 1997) menyangkut jenis klasifikasi hutan mangrove berdasarkan geomorfologi ditunjukkan sebagai berikut :

1. Overwash mangrove forest

Mangrove merah merupakan jenis yang dominan di pulau ini yang sering dibanjiri dan dibilas oleh pasang, menghasilkan ekspor bahan organik dengan tingkat yang tinggi. Tinggi pohon maksimum adalah sekitar 7 m.

2. Fringe mangrove forest

Mangrove fringe ini ditemukan sepanjang terusan air, digambarkan sepanjang garis pantai yang tingginya lebih dari rata-rata pasang naik. Ketinggian mangrove maksimum adalah sekitar 10 m.

3. Riverine mangrove forest

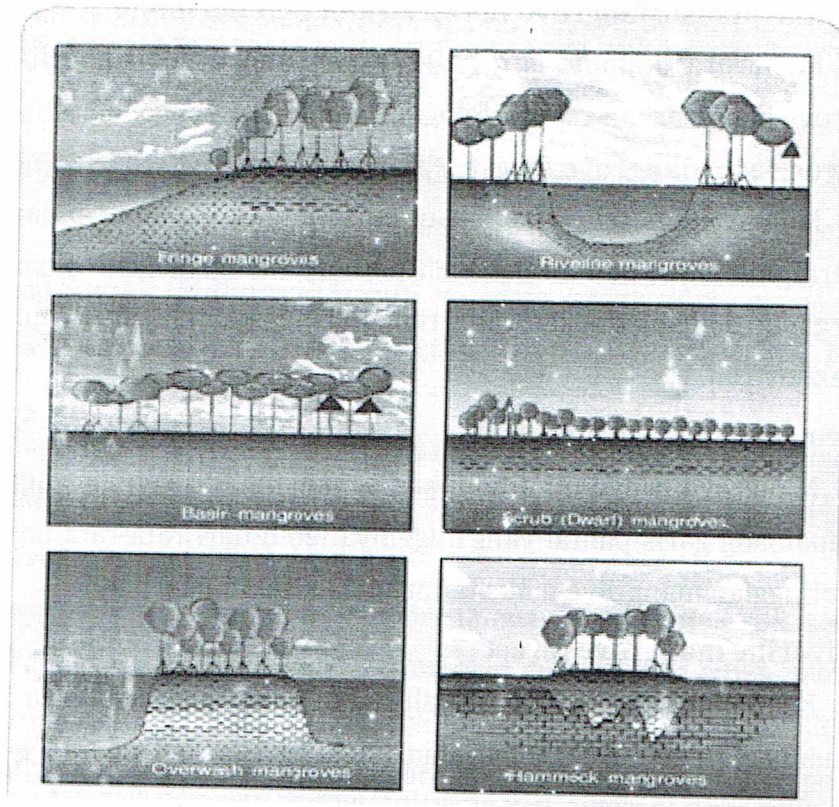
Kelompok ini mungkin adalah hutan yang tinggi letaknya sepanjang daerah pasang surut sungai dan teluk, merupakan daerah pembilasan reguler. Ketiga jenis bakau, yaitu putih (*Laguncularia racemosa*), hitam (*Avicennia germinans*) dan mangrove merah (*Rhizophora mangle*) adalah terdapat di dalamnya. Tingginya rata-rata dapat mencapai 18-20 m.

4. Hammock forest

Biasanya serupa dengan tipe (4) di atas tetapi mereka ditemukan pada lokasi sedikit lebih tinggi dari area yang melingkupi. Semua jenis ada tetapi tingginya jarang lebih dari 5 m.

5. Scrub or dwarf forest

Jenis komunitas ini secara khas ditemukan di pinggir yang rendah. Semua dari tiga jenis ditemukan tetapi jarang melebihi 1.5 m. Nutrient merupakan faktor pembatas.



Gambar 12. Klasifikasi Mangrove Berdasarkan Geomorfologi

3.5.4. Tipe Akar Mangrove

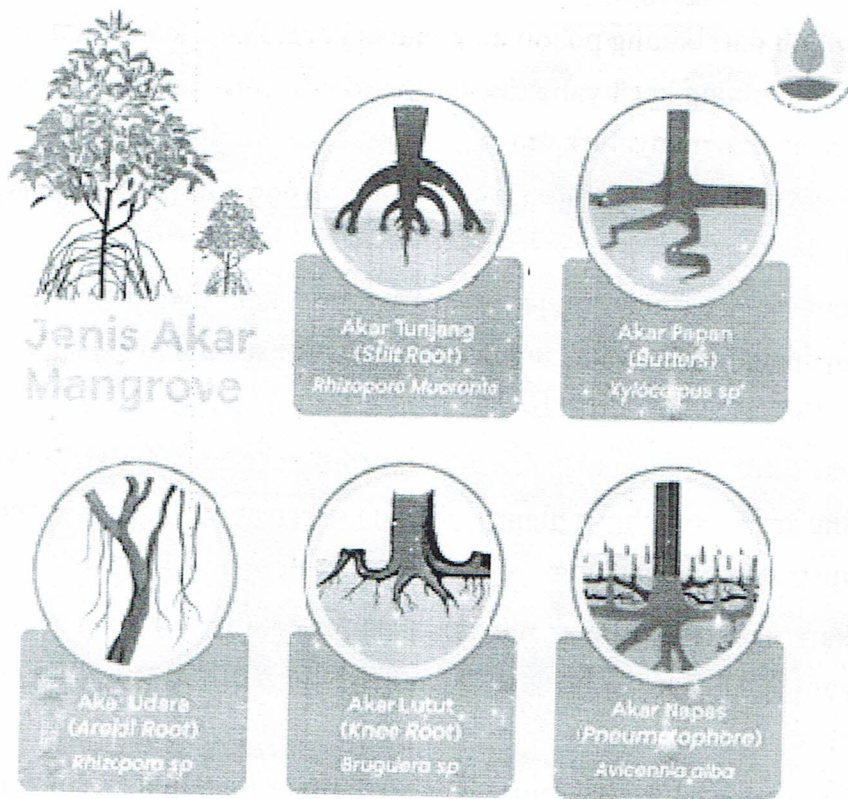
Mangrove dapat hidup pada daerah pesisir yang tidak memiliki muara sungai dan berlumpur hal ini disebabkan karena mangrove memiliki akar-akar khusus yang berguna sebagai penyangga dan penyerap oksigen dari udara di atas permukaan air secara langsung. Menurut Tomascik *et al.*, (1997) dalam Tuwo (2011) tumbuhan mangrove dapat beradaptasi pada kondisi kadar oksigen rendah di dasar perairan dengan membentuk sistem perakaran yang khas. Terdapat dua tipe perakaran yang dapat membantu mangrove beradaptasi di substrat yaitu:

- Tipe cakar ayam, dimana berupa akar yang menyebar di permukaan substrat, bercabang dan terdapat pneumatofora yang tumbuh tegak menembus permukaan substrat sehingga dapat mengambil oksigen di udara.

- Tipe penyangga ganda. Pada tipe ini terdapat beberapa akar penyangga tumbuh dari batang pohon menembus permukaan substrat, mempunyai lubang-lubang kecil yang disebut Lenti cell berfungsi untuk mengambil oksigen dan menyalurkannya.

Sedangkan menurut (Rusila et al., 1999) sistem akar mangrove adalah sebagai berikut :

1. Akar tongkat (akar tunjang;akar egrang;prop root;stilt root), akar ini merupakan akar yang menancap pada substrat dan merupakan hasil modifikasi alami dari cabang batang.
2. Akar lutut (Knee root), akar ini merupakan termasuk dalam akar kabel yang arah tumbuhnya mengarah pada substrat dan agar menancap pada substrat ia melengkung.
3. Akar cakar ayam (akar napas), akar ini bentuknya seperti cakar pada ayam yang akarnya mencuat ke atas setinggi 10-30 cm dari permukaan substrat.
4. Akar papan (buttress root), akar ini hamper memiliki kesamaan dengan akar tongkat namun perbedaannya adalah dari bentuk akarnya yang melebar dan melempeng.
5. Akar gantung (*aerial root*), akar ini ia tidak bercabang yang timbul dari batang ataupun cabang bagian bawah, namun biasanya tidak mencapai substrat. Adapun jenis mangrove yang memiliki akar gantung adalah *Rhizophora*, *Avicennia*, dan *Acanthus*.



Gambar 13. Jenis Akar Mangrove

3.6. Karakteristik Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove memiliki pola adaptasi tertentu, mulai dari adaptasi peakaran, adaptasi daun hingga adaptasi bunga dan buah. Salah satu yang berperan dalam adaptasi yang terjadi pada vegetasi mangrove adalah kualitas perairan. Menurut (Schaduw, 2018), mangrove dapat hidup pada suhu berkisar diatas 20°C , salinitas nya berkisar antara 29-30 ‰. Sedangkan untuk kandungan nitrat pada ekosistem mangrove adalah berkisar antara 0,02 - 0,05 mg/l dengan kondisi pH perairan yang baik adalah berkisar antara 8,07 – 8,20.

Selain habitat yang unik ekosistem mangrove juga mempunyai karakteristik jenis pohon yang dimiliki relative sedikit ada beberapa jenis mangrove yang akarnya tidak beraturan, akarnya yang mencuat seperti

pensil, dan ada juga jenis mangrove nya yang mempunyai banyak lentisel pada bagian kulit pohon. Namun jangan beranggapan bahwa mangrove merupakan tumbuhan yang bisa tumbuh disembarang tempat jika ada pasang-surut, kenyataannya tidak demikian mangrove dapat tumbuh ditempat tertentu saja dengan parameter lingkungan yang bagus dan tempat yang mendukung. Hutan mangrove memiliki ciri khas yaitu mampu berada pada keadaan salinitas dan tawar dan tidak mudah terpengaruh oleh iklim. Tumbuhan yang menjadi anggota komunitas mangrove termasuk dalam kategori mangrove yang mempunyai daya adaptasi sesuai dengan habitatnya baik dari pasang-surut dan salinitas air laut (Ananta *et al.*, 2020).

Setiap vegetasi mangrove ada yang namanya fenologi mangrove. Fenologi pada tumbuhan bakau berhubungan dengan waktu berbunga, berbuah dan produksi buah/propagul dimana pada tumbuhan bakau dimulai dengan terbentuknya bagian vegetatif (primordial) bunga yang melalui proses pertumbuhan akan menjadi bagian generatif yaitu buah atau propagul. Salah satu contoh nya adalah terjadi musim berbunga dan berbuah sepanjang tahun, musim puncak berbuah untuk *R. apiculata* dari September-Desember, *R. mucronata* adalah dari bulan Juli-November, dan *R. stylosa* dari Oktober-Desember. Faktor lingkungan seperti curah hujan, suhu udara dan kelembaban udara mempengaruhi musim berbunga dan berbuah pada hutan bakau. Rentang waktu mulainya bunga berkembang sampai propagul matang adalah untuk ketiga spesies tersebut *R. mucronata* 18,85 bulan, *R. apiculata* 22,06 bulan dan *R. stylosa* 21,70 bulan (Kamal, 2012).

Selain itu setiap vegetasi mangrove memiliki karakteristik dengan pola penyebaran yang berbeda-beda dapat dilihat secara umum pada jenis *Rhizophora*. Menurut (Lesibani & Kamal, 2010), mangrove yang jenis vegetasi *Rhizophora* memiliki pola penyebaran pertumbuhan propagul sebagai berikut :

1. Pola Tertancap

Propagul ini terdapat disekitar pohon induk, dengan substrat disekitarnya terdiri dari lumpur atau lumpur berpasir, dan juga terdapat pada saat air surut relatif rendah atau kering. Pertumbuhan propgaul yang tertancap ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti salinitas, suhu, pasang-surut air, intensitas cahaya, kekeruhan.



Gambar 14. Pola Tertancap

2. Pola Tersangkut

Pertumbuhan propagul ini dapat terjadi apabila propagul jatuh pada saat air pasang. Ada beberapa sebab mengapa propagul ini jatuh pada saat air pasang-surut salah satunya adalah substrat yang terdiri dari campuran pasir dan juga batu serta adanya pecahan karang sehingga menghalangi propagul tidak tertancap.



Gambar 15. Pola Tersangkut

3. Pola Terdampar

Pola penyebaran pertumbuhan propagul dengan pola terdampar terjadi, jika pola tertancap dan tersangkut tidak terjadi. Propagul yang jatuh akan terbawa arus pasut, dengan adanya gelombang/ombak pasang yang menghempas pantai propagul akan terdampar dengan posisi terlentang atau terkapar. Lokasi terdampar dapat terjadi di bagian pantai di belakang ekosistem mangrove induk atau di kawasan pantai yang jauh dari komunitas induknya sehingga akan terbentuk ekosistem mangrove baru. Propagul yang terdampar diharapkan terlindung dari sengatan langsung sinar matahari dan lembab.



Gambar 17. Pola Terdampar

Pola penyebaran pertumbuhan propagul mangrove dari jenis *Rhizophoraceae* baik dengan cara tertancap, tersangkut, dan atau terdampar dengan dukungan gabungan faktor perkembangan pertumbuhan yang baik, maka propagul akan tumbuh menjadi semai, semai menjadi anakan, dan selanjutnya anakan menjadi pohon.

3.7. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Ekosistem Mangrove

Secara garis besar digolongkan menjadi dua yakni faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal hal ini berkaitan dengan genetika dan perkembangbiakkan tanaman serta aktivitas tanaman mangrove sendiri dengan speciesnya, kemampuan dalam beradaptasi, kemampuan mutasi dan modifikasi, serta kemampuan mangrove dalam penyebaran dari jenis tanaman mangrove atau faktor biologis tanaman. Sedangkan untuk faktor eksternal yaitu yang berkaitan dengan faktor fisik geografis mulai dari jenis tanah, morfologi, landscape, iklim, suhu, sampai dengan kondisi air dan sejenisnya. Faktor-faktor lingkungan atau faktor eksternal tersebut dapat diuraikan sebagai berikut (Alwidakdo *et al.*, 2014) ;

- Fisiografi Pantai : dapat mempengaruhi segala aspek yang ada baik pendistribusian, spesies, dan lebar hutan mangrove.
- Pasang : secara rinci sebenarnya pasang yang terjadi di kawasan mangrove menjadi penentu dalam zonasi tumbuhan dan komunitas biota yang ada di kawasan tersebut serta berperan mempengaruhi pertumbuhan mangrove.
- Gelombang dan arus dapat mengubah struktur dan fungsi ekosistem mangrove ;
- Cahaya: berpengaruh terhadap proses fotosintesis, respirasi, fisiologi, dan struktur fisik mangrove. Intensitas, kualitas, lama (mangrove adalah tumbuhan long day plants yang membutuhkan intensitas cahaya yang tinggi sehingga sesuai untuk hidup di daerah tropis).
- Curah hujan ; berpengaruh seperti jumlah, lama, dan distribusi hujan

mempengaruhi perkembangan tumbuhan mangrove, curah hujan yang terjadi mempengaruhi kondisi udara, suhu air, salinitas air dan tanah

- Suhu: berperan penting dalam proses fisiologis (fotosintesis dan respirasi).
- Angin : mempengaruhi terjadinya gelombang dan arus. Angin merupakan agen polinasi dan diseminasi biji sehingga membantu terjadinya proses reproduksi tumbuhan mangrove.
- Salinitas : salinitas atau kadar garam air laut pada mangrove dibutuhkan berkisar antara 10-30 ppt. Salinitas yang berada di kawasan mangrove akan meningkat jika cuaca panas dan dalam keadaan pasang.
- Oksigen Terlarut : oksigen terlarut berperan penting dalam mendekomposisi serasah serta berperan dalam proses respirasi dan fotosintesis.

3.8. Jenis Flora dan Fauna di Ekosistem Mangrove

Menurut (Noor *et al.*, 2007) terdapat beberapa jenis flora dan fauna yang hidup di ekosistem mangrove di Indonesia. Ada 14 jenis mangrove yang langka yang ditemukan yaitu *Ceriops decandra*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, *Quassia indica*, *Sonneratia ovata*, *Rhododendron brookeanum*, *Eleocharis parvula*, *Fimbristylis sieberiana*, *Sporobolus virginicus*, *Eleocharis spiralis*, *Amyema anisomeres*, *Oberonia rhizophoreti*, *Kandelia candel* dan *Nephrolepis acutifolia*.

Sedangkan untuk fauna terdapat berbagai macam jenis yang ditemukan mulai dari moluska, kepiting, dan berbagai ikan. Namun tidak banyak orang tau bahwa pada ekosistem mangrove terdapat fauna yang unik yaitu kepiting kecil yang hidup di kawasan mangrove ini seperti yang ditemukan di kawasan Sungai Gemuruh terdapat beberapa jenis kepiting kecil yang ditemukan yaitu *Uca bellator*, *Uca rosea*, *Perisesarma eumolpe*, *Sarmatium germaini*, *Perisesarma plicatum*, dan *Sesarma curoense* (Wulandari *et al.*, 2023).

Menurut (Driptufany *et al.*, 2021) Fauna yang ditemui pada ekosistem mangrove di Kawasan Teluk Bungus dibagi menjadi 2 (dua) karakteristik fauna yaitu vertebrata terdiri dari 5 (lima) jenis yaitu Aves (burung), Reptilia, Ampibi, Mamalia dan Primata dan Vertebrata ikan. Sedangkan invertebrata terdiri dari Crustacea atau kepiting, Caridea atau udang, Moluska, Echinodermata, dan Polychaeta atau cacing. Moluska juga merupakan salah satu fauna yang hidup di habitat mangrove. Pembagian Bivalvia adalah biota yang biasa hidup menetap di dalam substrat dasar yang relatif lama sehingga biasa digunakan sebagai bioindikator untuk menduga kualitas perairan (Pakaya *et al.*, 2017).

Substrat yang berada di ekosistem mangrove umumnya sangat disenangi oleh berbagai jenis biota yang ada di perairan karena banyak sumber makanan didasar perairan seperti benthos. Beberapa sumberdaya perairan yang sering ditemukan adalah seperti ikan, crustacean dan moluska. Untuk ikan yang berada dikawasan ekosistem mangrove terkadang banyak yang merupakan ikan penetap asli dikawasan tersebut seperti ikan gelodok, namun ada juga beberapa ikan yang hanya bersifat sementara, ikan yang datang pada saat pasang-surut, dan musiman. Biota yang sangat sering banyak dijumpai di habitat mangrove ini adalah jenis udang, kepiting, dan moluska (O. Numbere, 2020) ; (Kamal, 2011).

3.9. Manfaat Ekosistem Mangrove

Hutan mangrove mempunyai banyak peranan dan manfaat bagi keberlangsungan hidup biota yang ada di hutan mangrove serta memberikan banyak keuntungan juga bagi keberlangsungan kehidupan manusia. Jadi apa saja manfaat dari ekosistem mangrove baik dari segi fungsi ekologis maupun dari segi fungsinyang lainnya ?

Mangrove merupakan ekosistem yang sangat banyak memiliki manfaat dan berbagai potensi baik dari segi ekonomi, sosial, ekologi dan pariwisata. Dari segi ekonomi masyarakat daerah pesisir sering

memanfaatkan langsung ekosistem mangrove seperti melakukan aktivitas penangkapan pada kelompok hewan laut yang berada di kawasan ekosistem mangrove seperti kepiting, dan berbagai ikan seperti ikan belanak (Fadhila *et al.*, 2015).

Mangrove berperan penting dalam melindungi daerah pantai dan wilayah pesisir dari gelombang serta badai. Tegakan yang ada pada mangrove dapat juga melindungi pemukiman, bangunan, dan pertanian dari angin kencang atau intrusi air laut. Hutan mangrove ini memberikan keuntungan bagi segala aspek hidup yang ada di bumi ini terutama juga berperan dalam menghasilkan oksigen (O₂). Kemampuan mangrove untuk mengembangkan wilayahnya ke arah laut merupakan salah satu peran penting mangrove dalam pembentukan lahan baru. Akar mangrove mampu mengikat dan menstabilkan substrat lumpur, pohonnya mengurangi energi gelombang dan memperlambat arus, sementara vegetasi secara keseluruhan dapat memerangkap sedimen (Davies and Claridge, 1993 dan Othman, 1994). Sedangkan menurut Ana (2015) Berikut ini adalah beberapa manfaat hutan mangrove secara umum, yaitu ;

1. Mencegah Erosi Pantai

Hutan mangrove menjadi salah satu tempat yang bisa menjaga perbatasan antara kawasan darat dan laut. Erosi pantai akan terus menggerus permukaan bumi sehingga mengancam lingkungan manusia. Bahkan kondisi serius bisa menjadi bencana alam yang besar. Hutan mangrove menjadi salah satu sarana yang sangat penting untuk menyelamatkan garis pantai dari perairan laut

2. Menjadi Katalis Tanah dari Air Laut

Tanah bisa masuk ke dalam air laut secara terus menerus, karena bagian tanah tersebut bersentuhan secara langsung dengan air laut. Untuk mencegah hal ini maka manfaat hutan mangrove secara ekologis menjadi sumber yang sangat jelas untuk melindungi tanah disekitar laut. Tanah akan menjadi lapisan yang lebih padat dengan adanya pohon

mangrove, sehingga hal ini akan menyelamatkan tanah agar tidak terus tergerus oleh air laut.

3. Habitat Perikanan

Kawasan hutan mangrove adalah salah satu tempat yang paling nyaman untuk beberapa jenis makhluk hidup dan organisme. Beberapa spesies seperti udang, ikan dan kepiting banyak berkembang biak di kawasan hutan mangrove. Sementara manusia membutuhkan beberapa makhluk hidup tersebut sebagai sumber nutrisi dan bahan makanan yang penting untuk kesehatan.

4. Memberikan Dampak Ekonomi yang Luas

Pohon mangrove yang banyak ditanam pada hutan mangrove bisa dipanen seperti jenis tumbuhan lain. Manfaat hutan mangrove bagi manusia berguna untuk diolah menjadi berbagai benda hiasan atau kerajinan. Upaya ini sangat penting untuk meningkatkan ekonomi masyarakat dan meningkatkan standar ekonomi pada daerah tersebut.

5. Mencegah Pemanasan Global

Pemanasan global memang menjadi ancaman yang sangat serius untuk alam dan manusia. Salah satu cara untuk mencegah atau mengurangi dampak pemanasan global adalah dengan mengembangkan kawasan hutan mangrove. Tanaman mangrove menjadi salah satu penopang pemanasan dari perairan laut. Selain itu mangrove juga berperan untuk mengatasi masalah banjir pada kawasan pesisir.

6. Menjaga Kualitas Air dan Udara

Kawasan hutan mangrove juga membantu manusia dalam mendapatkan air bersih dan udara yang segar. Kawasan hutan mangrove memiliki fungsi untuk menyerap semua kotoran yang berasal dari sampah manusia maupun kapal yang berlayar di laut. Manfaat hutan mangrove bagi kehidupan adalah akan menyerap semua jenis logam berbahaya dan membuat kualitas air menjadi lebih bersih. Selain itu mangrove juga membantu alam dalam mendapatkan kualitas udara

yang lebih baik dan bersih.

7. Pengembangan Kawasan Pariwisata

Kawasan hutan mangrove bisa dikembangkan menjadi salah satu objek wisata. Dengan cara ini maka hutan mangrove akan menjadi tujuan wisata dari berbagai daerah maupun mancanegara. Pariwisata akan memberikan dampak ekonomi yang sangat baik untuk masyarakat di sekitarnya dan negara secara khusus.

8. Menyediakan Sumber Kayu Bakar

Hutan mangrove sangat bermanfaat untuk penduduk yang tinggal di kawasan sekitar hutan mangrove. Pohon dan kayu mangrove yang sudah kering dan membusuk bisa dimanfaatkan sebagai kayu bakar. Dengan cara ini maka secara tidak langsung sudah mengurangi kebutuhan gas atau bahan bakar bagi sebuah negara. Selain itu, bagi masyarakat di sekitar hutan mangrove juga bisa memakai kayu mangrove untuk bahan bangunan atau konstruksi rumah.

9. Pengembangan Ilmu Pengetahuan

Hutan mangrove menjadi salah satu tempat untuk mengembangkan berbagai jenis ilmu pengetahuan dalam bidang kelautan, perikanan dan kimia. Banyak peneliti yang membutuhkan hutan mangrove dan dijadikan berbagai sumber penelitian. Hutan mangrove akan meningkatkan berbagai jenis penemuan yang bisa disebarkan ke seluruh dunia. Bahkan banyak peneliti asing yang di negaranya tidak memiliki hutan mangrove dan harus datang ke Indonesia. Harapan untuk menemukan manfaat yang lebih besar dari hutan Mangrove bisa dilakukan dengan metode ini.

10. Menjaga Iklim dan Cuaca

Perubahan iklim dan cuaca bisa terjadi karena berbagai macam faktor, salah satunya adalah kerusakan sistem dalam alam. Hutan mangrove menjadi sumber yang sangat jelas untuk menjaga ekosistem perairan antara laut, pantai dan darat. Selain itu, manfaat hutan

mangrove juga akan membantu manusia dalam mendapatkan iklim dan cuaca yang paling nyaman untuk mencegah bencana alam. Melestarikan hutan mangrove adalah salah satu tindakan yang sangat tepat untuk menjaga kelestarian lingkungan. Karena itulah kampanye untuk melestarikan hutan mangrove menjadi salah satu hal yang paling banyak diberitakan. Termasuk di Indonesia yang memiliki jumlah hutan mangrove yang luas.

BAB IV

EKOSISTEM TERUMBU KARANG

4.1. Pengertian Terumbu Karang

Terumbu karang adalah suatu ekosistem di laut dangkal tropis, dimana unsur penyusun utamanya karang batu, dengan berbagai biota lainnya yang hidupberasosiasi di dalamnya. Sedangkan Karang adalah hewan tak bertulang belakang yang termasuk dalam Filum Coelenterata (hewan berongga) atau Cnidaria yang merupakan kumpulan dari berjuta-juta hewan polip yangmenghasilkan bahan kapur (CaCO_3)



Terumbu karang merupakan ekosistem yang memiliki diversitas yang cukup tinggi, dimana ekosistem ini menjadi sumber makanan bagi mahluk hidup sekitarnya, pendapatan ekonomi bagi masyarakat secara lokal, dan secara terintegrasi menjadi pengaman pantai bersama ekosistem lamun dan mangrove. Terumbu karang secara geomofologi dapat membentang luas dengan berbagai formasi. Ekosistem terumbu karang tersebar sepanjang perairan dangkal dan hangat sepanjang area tropis.

Keanekaragaman tertinggi dapat ditemukan di sekitar perairan Asia Tenggara, Australia, dan Kepulauan Pasifik (Cros *et al.*, 2014).

Ekosistem terumbu karang adalah bagian terpenting pada area ekosistem pesisir yang terintegrasi dengan ekosistem lain maupun masyarakat sekitar. Secara ekologi, ekosistem terumbu karang memiliki peran penting sebagai penyokong hingga penyedia kehidupan bagi lingkungan pesisir hingga laut (Failler *et al.*, 2015). Terumbu karang juga merupakan rumah bagi sebagian varietas spesies hewan dan tumbuhan laut. Namun menurut (Reskiwati *et al.*, 2018) karang merupakan suatu koloni hewan yang membentuk simbiosis dengan zooxanthela dan membentuk ekosistem yang dikenal dengan terumbu karang. Luas tutupan karang juga mempengaruhi struktur komunitas lain yang saling berkaitan.

4.2. Klasifikasi Terumbu Karang

Karang termasuk dalam kelompok jenis makhluk hidup yaitu sebagai individu atau komponen dari masyarakat hewan. Karang hanya terdiri dari sebuah polip yang bentuknya menyerupai tabung dengan ada mulut dibagian atas yang dikelilingi oleh tentakel. Karang termasuk dalam klasifikasi filum *Cnidaria* yaitu merupakan suatu organisme penyengat. Secara umum terdapat dua kelompok *Cnidaria* yaitu *Hydrozoa*, dan *Anthozoa*. Menurut (Veron, 2000), karang dapat diklasifikasikan sebagai berikut ;

Filum: *Cnidaria*

Klas *Hydrozoa*

- Ordo *Hydroidea* (hydroids)
- Ordo *Milleporina* (meliputi Genus *Millepora*)
- Ordo *Stylasterina* (meliputi Genus *Distichopora* and *Stylaster*).

Klas Cubozoa (sea wasps)

Klas Anthozoa

SubKlas Octocorallia

- Ordo Helioporacea (Genus Heliopora)
- Ordo Alcyonacea (soft corals, Tubipora, sea fans)
- Ordo Pennatulacea (sea pens)

SubKlas Hexacorallia

- Ordo Actiniaria (*sea anemones*)
- Ordo Zoanthidia (*zoanthids*)
- Ordo Corallimorpharia (*corallimorpharians*)
- Ordo Scleractinia (*stony corals*)

SubKlas Ceriantipatharia

- Ordo Antipatharia (*black corals*)
- Ordo Ceriantharia (*tube anemones*)

Famili: Astrocoiniidae

Genus : Ada banyak dan beragam

Spesies : Ada banyak dan beragam

Terumbu karang merupakan ekosistem yang sangat sensitif dan dinamis serta rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan. Secara alami respon terumbu karang terhadap perubahan kondisi lingkungan adalah berusaha untuk bertahan dan menunjukkan gejala pemulihan sampai terbentuknya komunitas. Penggolongan karang umumnya dibedakan menjadi dua yaitu karang keras (*Hard coral*) dan karang lunak (*Soft coral*) untuk mengenai penjelasannya adalah sebagai berikut ;

1. Karang Keras (*Hard coral*)

Karang ini memiliki struktur yang keras, menonjol, tidak bergerak, permukaannya cenderung kasar seperti kertas berpasir, koralit regular, punya tentakel lebih dari 8 dan biasanya berjumlah 24 tentakel.



Gambar 18. Hard Coral

2. Karang Lunak (*Soft coral*)

Karang ini memiliki struktur yang lunak, melambai jika disapu disekitarnya, koralit regular, polip menonjol keluar dan memiliki 8 tentakel.



Gambar 19. Soft Coral

Karang merupakan spesies yang mampu menyerap unsur karbon di dalam perairan. Bentuk pertumbuhan karang antara lain Branching, Plate, Encrusting, Massive atau Boulder, Submassive atau Irregular, Foliose atau Lettuce-like, Columnar or Digitate, Free living atau Mushroom. Warna dan bentuk karang dipengaruhi oleh faktor lingkungannya. Spesies yang

memiliki struktur yang kuat, memiliki cabang yang berbentuk bulat karena hidup di perairan yang dangkal dan dipengaruhi oleh arus gelombang. Namun, jika pertumbuhannya terjadi di perairan yang lebih dalam (terlindung), cabang yang terbentuk akan lebih tipis dengan penampakan yang lebih delikat (lembut). Jenis *Acropora* pada beberapa kondisi lingkungan akan berbentuk tabular, namun pada kondisi lingkungan yang lain akan membentuk struktur yang bercabang-cabang atau memiliki jari-jari. Warna pada beberapa spesies bervariasi sesuai dengan intensitas cahaya yang diterimanya.

Berdasarkan buku *Pengenalan Terumbu Karang*, Sebagai Pondasi Utama Laut Kita yang ditulis Nabil Zurba, terdapat beberapa jenis koloni karang yang tumbuh menjadi terumbu. Berdasarkan Teori Penenggelaman (*Subsidence Theory*), jenis terumbu karang dibagi menjadi terumbu tepi, terumbu penghalang, dan atol. Berikut penjelasannya yaitu ;

1. Terumbu karang tepi (fringing reefs)

Terumbu karang tepi atau karang penerus berkembang di mayoritas pesisir pantai dari pulau-pulau besar. Perkembangannya bisa mencapai kedalaman 40 meter dengan pertumbuhan ke atas dan ke arah luar menuju laut lepas. Dalam proses perkembangannya, terumbu ini berbentuk melingkar yang ditandai dengan adanya bentukan ban atau bagian endapan karang mati yang mengelilingi pulau. Pada pantai yang curam, pertumbuhan terumbu jelas mengarah secara vertikal. Contoh: Bunaken (Sulawesi), P. Panaitan (Banten), Nusa Dua (Bali).

2. Terumbu karang penghalang (barrier reefs)

Terumbu karang ini terletak pada jarak yang relatif jauh dari pulau, sekitar 0.52 km ke arah laut lepas dengan dibatasi oleh perairan berkedalaman hingga 75 meter. Terkadang membentuk lagoon (kolom air) atau celah perairan yang lebarnya mencapai puluhan kilometer. Umumnya karang penghalang tumbuh di sekitar pulau sangat besar atau benua dan

membentuk gugusan pulau karang yang terputus-putus. Contoh: Great Barrier Reef (Australia), Spermonde (Sulawesi Selatan), Banggai Kepulauan (Sulawesi Tengah).

3. Terumbu karang cincin (atolls)

Terumbu karang yang berbentuk cincin yang mengelilingi batas dari pulaupulau vulkanik yang tenggelam sehingga tidak terdapat perbatasan dengan daratan. Menurut Darwin, terumbu karang cincin merupakan proses lanjutan dari terumbu karang penghalang, dengan kedalaman rata-rata 45 meter. Contoh: Taka Bone Rate (Sulawesi), Maratua (Kalimantan Selatan), Pulau Dana (NTT), Mapia (Papua).

Selain itu jenis terumbu karang yang ada di Indonesia juga ada pembagian nya berdasarkan produksi kapur, hal ini dapat dijabarkan sebagai berikut ;

- **Karang hermatifik** merupakan karang yang membentuk bangunan dan penyebarannya ditemukan didaerah tropis. Karang ini seriing bersimbiosis mutualisme dengan zooxanthellae yaitu sejenis algae. Karang hermatifik juga mempunyai sifat yang unik karena merupakan perpaduan antara sifat hewan dan tumbuhan sehingga arah pertumbuhan dan perkembangan "fototropik positif". Karang ini dapat hidup pada suhu air 25-32°C.
- **Karang ahermatifik** merupakan karang yang tidak menghasilkan terumbu dan ini penyebarannya sangat luas hampir tersebar di seluruh dunia.

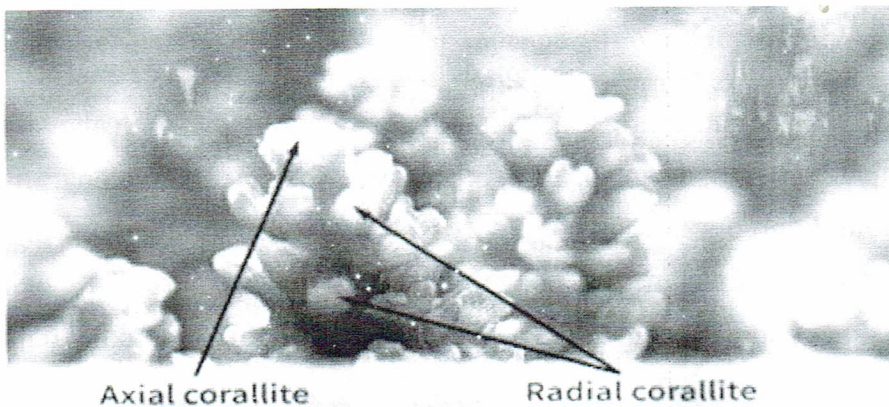
4.3. Pertumbuhan dan Bentuk Koloni Karang

Karang yang berada di perairan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil umumnya bertahan hidup dengan membentuk koloni, tiap koloni yang terdapat pada karang berbeda satu dengan yang lainnya tergantung dari spesies, umur, dan dimana lokasi karang tersebut. Namun koloni yang cenderung lebih muda dan kecil biasanya memiliki kemampuan lebih cepat

tumbuh dan berkembang dibanding dengan koloni karang yang sudah tua, koloni yang bercabang dan besar. Lokasi menjadi salah satu acuan atau faktor penting dalam pertumbuhan atau perkembangan koloni pada karang ada beberapa spesies karang yang terdapat di kedalaman perairan yang dalam dengan bentuk lebih tipis dan kurus namun tidak dapat bertahan hidup dengan lama. Beberapa peneliti menurut informasi yang berada pada buku "Pengenal Terumbu Karang" yang dibuat oleh Nabil Zurba menekankan bahwa para ahli membagi karang bstu berdasarkan bentuk pertumbuhannya yaitu karang *Acropora* dan non-*Acropora*.

- **Karang *Acropora*** : mempunyai axial dan radial koralit'
- **Karang non-*Acropora*** : mempunyai radial koralitsaja.

Karang *Acropora* ini merupakan karang yang umumnya sangat dominan ditemukan pada suatu wilayah perairan.



4.4. Ekologi Karang

Pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang memiliki banyak faktor yang mempengaruhinya salah satu faktor pentingnya adalah faktor ekologi, karena terumbu karang hidup dan terdapat didaerah tropis maka untuk produktifitas nya juga sangat tinggi serta keanekaragaman biota yang ada didalamnya juga beragam. Semua hal tersebut terjadi karena wilayah perairan memiliki faktor fisika-kimia yang baik sehingga semua

biota dengan terumbu karang terjalin harmonis dalam satu ekosistem, adapun faktor ekologi yang mempengaruhi terumbu karang, adalah sebagai berikut ;

- **Suhu**

Suhu merupakan pengubah yang berperan dalam mengendalikan distribusi horizontal dari terumbu karang. Temperatur 18°C yang terus menerus dalam periode waktu tertentu diidentifikasi sebagai temperatur minimum air laut yang secara fungsional, terumbu karang masih dapat bertahan hidup normal. Suhu mempengaruhi kecepatan dalam metabolisme, reproduksi, dan perombakan bentuk dari karang. Secara luas, sebaran terumbu karang dibatasi oleh permukaan laut yang isotherm dengan suhu 20°C dan tidak ada terumbu karang yang berkembang dibawah 18°C.

- **Cahaya**

Terumbu karang hidup dengan memanfaatkan energi cahaya matahari (fotosintesis). Berbeda dengan suhu faktor cahaya hanya merupakan pembatasan secara fisik yang mempengaruhi biogeografi secara horizontal dan berkaitan dengan proses simbiosis mutualisme yang terjadi antara karang dengan alga dengan simbiotiknya (*zooxanthellae*). Selain itu intensitas cahaya, semakin cerah suatu perairan semakin baik pula pertumbuhan pembentukan karang.

- **Kecepatan Arus**

Arus merupakan salah satu faktor pendukung pertumbuhan karang. Kecepatan arus yang baik untuk pertumbuhan karang yaitu berkisar 0-0.17 m/det. Arus berfungsi untuk membawa makanan dan membersihkan karang dari sedimentasi.

- **Salinitas**

Salinitas optimum bagi kehidupan karang berkisar antara 30-330/00, oleh karena itu karang jarang ditemukan hidup pada muara-muara sungai

besar, bercurah hujan tinggi atau perairan dengan kadar garam yang tinggi.

4.5. Manfaat Ekosistem Terumbu Karang

Terumbu karang dan segala kehidupan yang berada didalamnya merupakan salah satu kekayaan alam yang bernilai tinggi. Banyak manfaat yang terkandung dalam ekosistem terumbu karang. Ekosistem terumbu karang dapat menguntungkan baik dari segi perekonomian mau dari segi nilai perikanannya. Menurut (Amin, 2009) fungsi ekosistem terumbu karang dapat diklasifikasikan sebagai berikut ;

1. Fungsi pariwisata Terumbu karang memiliki keanekaragaman jenis biota sangat tinggi dan sangat produktif, dengan bentuk dan warna yang beraneka ragam. Keindahan karang, kekayaan biologi dan kejernihan airnya membuat kawasan terumbu karang terkenal sebagai tempat rekreasi. Skin diving atau snorkeling, SCUBA dan fotografi adalah kegiatan yang umumnya untuk menikmati terumbu karang.
2. Fungsi perikanan Terumbu karang merupakan tempat tinggal ikan-ikan karang yang harganya mahal, sehingga nelayan menangkap ikan di kawasan terumbu karang. Jumlah panen ikan, kerang dan kepiting dari terumbu karang secara lestari di seluruh dunia mencapai 9 juta ton atau sedikitnya 12% dari jumlah tangkapan perikanandunia.
3. Fungsi Perlindungan Pantai, Jenis terumbu karang yang berfungsi untuk melindungi pantai adalah terumbu karang tepi dan penghalang. Jenis terumbu karang ini berfungsi sebagai pemecah gelombang alami yang melindungi pantai dari erosi, banjir pantai, dan peristiwa perusakan lainnya yang diakibatkan oleh fenomena air laut. Terumbu karang juga memberikan kontribusi untuk akresi (penumpukan) pantai dengan memberikan pasir untuk pantai dan memberikan perlindungan terhadap desa-desa dan infrastruktur seperti jalan dan bangunan-bangunan lainnya yang berada di sepanjang pantai. Apabila dirusak, maka diperlukan milyaran rupiah untuk membuat penghalang buatan yang setara dengan terumbu karang.

4. Fungsi biodiversitas Ekosistem terumbu karang mempunyai produktivitas dan keanekaragaman jenis biota yang tinggi. Keanekaragaman hidup di terumbu karang sebanding atau lebih besar dibandingkan dengan hal yang sama di hutan tropis. Terumbu karang ini dikenal sebagai laboratorium untuk untuk ilmu ekologi. Potensi untuk bahan obat-obatan, anti virus, anti kanker dan penggunaan lainnya sangat tinggi.

4.6. Sebaran Terumbu Karang di Indonesia

Terumbu karang banyak ditemukan di daerah tropis dan salah satunya adalah berada di perairan Indonesia. Penyebaran karang setiap perairan memiliki perbedaan kelimpahan yang tidak merata. Menurut (Hadi *et al.*, 2018) secara umum karang paling banyak ditemukan di daerah Timur Indonesia seperti Sulawesi, Maluku, Halmahera, Papua, Bali, NTB dan NTT. Beberapa daerah ini sering disebut sebagai kawasan segitiga terumbu karang dunia. Sedangkan terumbu karang mulai dari Kalimantan hingga Sumatera mulai berkurang keanekaragamannya, hal ini disebabkan banyaknya sungai yang mengalir disekitar Laut Jawa menyebabkan karang tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Sedangkan di bagian Sumatera karang berkurang keanekaragamannya disebabkan oleh hidrodinamika perairan yang selalu berubah serta suhu perairan yang sangat ekstrim menyebabkan banyak karang mengalami pemutihan dan tidak dapat tumbuh dengan baik.

Indonesia merupakan negara beriklim tropis, tempat yang memungkinkan berbagai jenis karang dapat tumbuh dan berkembang. Total kekayaan jenis karang keras Indonesia diperkirakan sebanyak 569 jenis atau sekitar 67% dari 845 total spesies karang di dunia. Berdasarkan kebijakan satu peta (*one map policy*) yang diamanatkan dalam UU No.4 tahun 2011, dirilis data bahwa total luas terumbu karang di Indonesia

mencapai 2.5 juta hektar.

4.7. Kerusakan Terumbu Karang di Indonesia

Indonesia merupakan negara yang mempunyai potensi terumbu karang terbesar di dunia. Luas terumbu karang di Indonesia diperkirakan mencapai sekitar 60.000 km². Hal tersebut membuat Indonesia menjadi negara pengekspor terumbu karang pertama di dunia. Dewasa ini, kerusakan terumbu karang, terutama di Indonesia meningkat secara pesat. Terumbu karang yang masih berkondisi baik hanya sekitar 6,2%. Kerusakan ini menyebabkan meluasnya tekanan pada ekosistem terumbu karang alami. Meskipun faktanya kuantitas perdagangan terumbu karang telah dibatasi oleh *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES), laju eksploitasi terumbu karang masih tinggi karena buruknya sistem penanganannya. Beberapa aktivitas manusia yang dapat merusak terumbu karang:

- membuang sampah ke laut dan pantai yang dapat mencemari air laut
- membawa pulang ataupun menyentuh terumbu karang saat menyelam, satu sentuhan saja dapat membunuh terumbu karang
- pemborosan air, semakin banyak air yang digunakan maka semakin banyak pula limbah air yang dihasilkan dan dibuang ke laut.
- penggunaan pupuk dan pestisida buatan, seberapa pun jauh letak pertanian tersebut dari laut residu kimia dari pupuk dan pestisida buatan pada akhirnya akan terbuang ke laut juga.
- Membuang jangkar pada pesisir pantai secara tidak sengaja akan merusak terumbu karang yang berada di bawahnya.
- terdapatnya predator terumbu karang, seperti sejenis siput drupella.
- penambangan
- pembangunan pemukiman
- reklamasi pantai
- polusi

- penangkapan ikan dengan cara yang salah, seperti pemakaian bom ikan

4.8. Strategi Pengelolaan Terumbu Karang

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem yang sangat penting dan memiliki berbagai jenis fauna yang hidup di sekitar terumbu karang. Berdasarkan hal tersebut dalam melindungi ekosistem terumbu karang perlu pengelolaan yang tepat. Menurut (Darma Adi *et al.*, 2017) ada beberapa alternatif strategi pengelolaan yang bisa digunakan seperti membangun Co=management, menetapkan aturan lokal dari segi pariwisata yang berbasis berkelanjutan, dan membentuk suatu kelompok konservasi dalam kegiatan ekowisata dengan melibatkan masyarakat setempat. Hal serupa juga dipaparkan oleh (Oktarina *et al.*, 2015) yang menyatakan bahwa dalam pengelolaan ekosistem terumbu karang yang ada di Pulau Panjang, tepatnya di Pasaman Barat ada beberapa prioritas pengelolaan terumbu karang yaitu :

- Mengelola terumbu karang dengan berbasis masyarakat.
- Membentuk suatu Kelompok Masyarakat Pengawas (Pokmaswas)
- Menetapkan kawasan konservasi perairan laut daerah
- Pengelolaan berbasis Ko-Manajemen
- Melakukan peningkatan dari segi ekonomi yang bersifat jangka panjang
- Memberikan edukasi dan pelatihan tentang pengelolaan terumbu karang yang tepat dan berkelanjutan
- Menetapkan regulasi hukum daerah yang mengatur tentang sanksi dan hukuman terhadap kegiatan yang merusak terumbu karang

BAB V

EKOSISTEM PADANG LAMUN

5.1. Pengertian Lamun

Lamun (seagrass) adalah tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang dapat tumbuh dengan baik dalam lingkungan laut dangkal. Semua lamun adalah tumbuhan berbiji satu (monokotil) yang mempunyai akar, rimpang (rhizoma), daun, bunga dan buah seperti halnya dengan tumbuhan berpembuluh yang tumbuh di darat. Jadi sangat berbeda dengan rumput



laut (algae). Lamun tumbuh berkerumunan dan biasanya menempati perairan laut yang hangat. Istilah lamun untuk seagrass, pertama-tama diperkenalkan oleh Hutomo kepada para ilmuwan dan masyarakat umum pada era tahun 1980-an dalam disertasinya yang

berjudul “Telaah Ekologik Komunitas Ikan pada Padang Lamun di Teluk Banten”, lamun merupakan kelompok tumbuhan hidup di perairan laut dangkal. Lamun merupakan tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang memiliki kemampuan beradaptasi secara penuh di perairan yang memiliki fluktuasi salinitas tinggi, hidup terbenam di dalam air dan memiliki rhizoma, daun, dan akar sejati. Tumbuhan lamun atau biasa disebut *seagrass* adalah tumbuhan yang hidup dan tumbuh di bawah permukaan laut dangkal (Permana et al., 2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi lamun di perairan antara lain, cahaya, suhu, salinitas, sedimen, dan nutrisi (Dewi et al., 2016).

Seagrass mempunyai bunga, buah, daun dan akar sejati serta tumbuh pada substrat berlumpur, berpasir sampai berbatu (Sjafrie et al., 2018). Itulah mengapa lamun dikategorikan ke dalam tumbuhan tingkat tinggi

layaknya tumbuhan yang berada di daratan. Ekosistem lamun yang terletak di wilayah kepesisiran memiliki banyak potensi yang sangat bermanfaat bagi manusia dan biota laut. Potensi tersebut mencakup potensi fisik, potensi ekologis, dan potensi farmakologis. Ekosistem lamun menurut (Philips dan Menez, 1988) dalam (Rustam *et al.*, 2015) adalah salah satu ekosistem bahari yang tergolong ekosistem produktif di perairan dangkal yang berfungsi untuk menstabilkan sedimen dan arus dan gelombang (*Sediment trap*), memberikan perlindungan terhadap hewan padang lamun, membantu organisme epifit yang menempel pada daun.

Semua jenis lamun merupakan tumbuhan ber biji satu (monokotil) serta memiliki akar, rimpang (rhizoma), daun bunga dan buah, sama halnya dengan tumbuhan yang tumbuh di daratan. Di perairan dangkal lamun dapat ditemui tumbuh membentuk hamparan padang serta mirip seperti tumbuhan ilalang di daratan yang dapat terdiri dari satu species (monospesific) dan beberapa spesies (multispesific) olehnya disebut padang lamun (Wagey, 2013).

Menurut Sheppard dkk (1996) dalam Tangke (2010), ekosistem padang lamun yang tumbuh sebagai vegetasi dominan di perairan mampu tumbuh secara permanen di perairan tersebut. Keberadaan ekosistem padang lamun di perairan sangat kompleks serta memiliki peran dan manfaat signifikan di perairan baik secara biologi maupun ekologi.

Istilah lamun

Lamun (seagrass) adalah tumbuhan tingkat tinggi (Anthophyta) yang hidup dan tumbuh terbenam di lingkungan laut, berpembuluh, berimpang (rhizome), berakar, dan berkembang biak secara generatif (biji) dan vegetatif. Impangnya merupakan batang yang beruas-ruas yang tumbuh terbenam dan menjalar dalam substrat pasir, lumpur dan pecahan karang.

Padang Lamun (seagrass bed) adalah hamparan tumbuhan lamun

yang menutupi suatu area pesisir/laut dangkal yang dapat terbentuk oleh satu jenis lamun (*monospecific*) atau lebih (*mixed vegetation*) dengan kerapatan tanaman yang padat (*dense*) sedang (*medium*) atau jarang (*sparse*).

Ekosistem lamun (seagrass ecosystem) adalah satu sistem (organisasi) ekologi padang lamun, di dalamnya terjadi hubungan timbal balik antara komponen abiotik dan komponen biotik hewan dan tumbuhan.



(Webster, 2003) mengatakan bahwa lamun atau seagrass sebagai “*any of various grass like plants that inhabit coastal areas*”, artinya bahwa lamun merupakan salah satu tumbuhan yang seperti tanaman yang terbenam di lingkungan laut dan berkembang biak secara generatif dan vegetatif. Kata seagrass sendiri di benua Amerika baru muncul di tahun 60-an dan di Eropa di tahun 70-an dengan terbitnya publikasi hasil-hasil penelitian yang menggunakan kata seagrass. Sebenarnya puluhan bahkan ratusan tahun sebelumnya telah muncul nama-nama Inggris (common name) dari jenis-jenis lamun yang disesuaikan dengan bentuk luar (morfologi) atau sebagai makanan dari binatang tertentu, misal; *eelgrass* (*Zostera marina*), *turtle/dugong grass* (*Thalassia testudinum*), *manatee grass* (*Halodule wrightii*), *spoongrass* (*Halophila spp.*). Di Indonesia seagrass atau lamun memiliki berbagai nama daerah dan setiap daerah berbeda penyebutan namanya contoh seperti yang berada di Kepulauan Seribu masyarakat pesisir yang berada disana menyebut seagrass sebagai “rumput pama”, oseng, dan samo-samo.

5.2. Morfologi, Jenis dan Sebaran Lamun

Berdasarkan dari informasi buku yang berasal dari (oseanografi-lipi) yang berjudul tentang "Status Padang Lamun Indonesia 2018" menyebutkan bahwa lamun memiliki morfologi, jenis, dan sebarannya. Adapun klasifikasinya adalah sebagai berikut ;

A. Morfologi Lamun

Lamun (*Seagrass*) adalah tumbuhan berbunga yang berbiji satu dan mempunyai akar rimpang, daun, bunga, dan buah. Untuk struktur beserta fungsi sama dengan rumput yang tumbuh didaratan. Namun untuk bentuk daun lamun itu beragam.

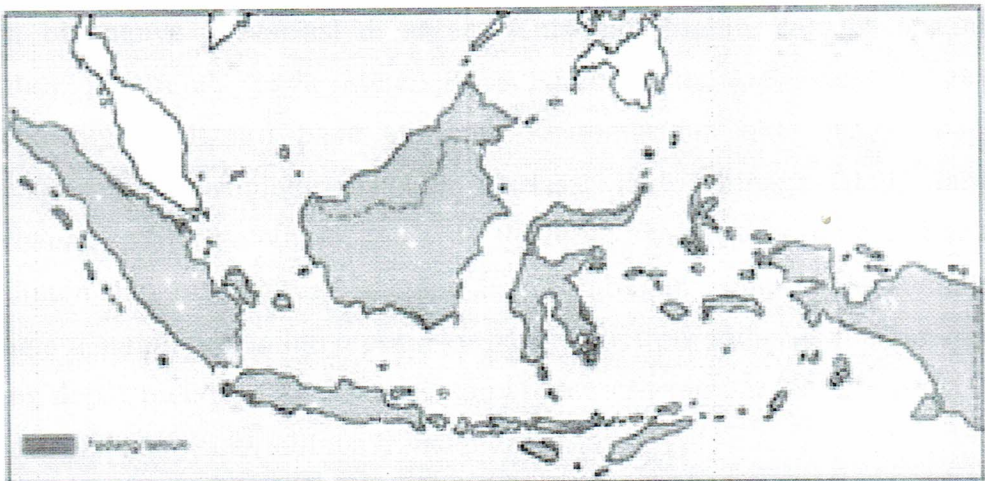
B. Jenis dan Sebaran Lamun

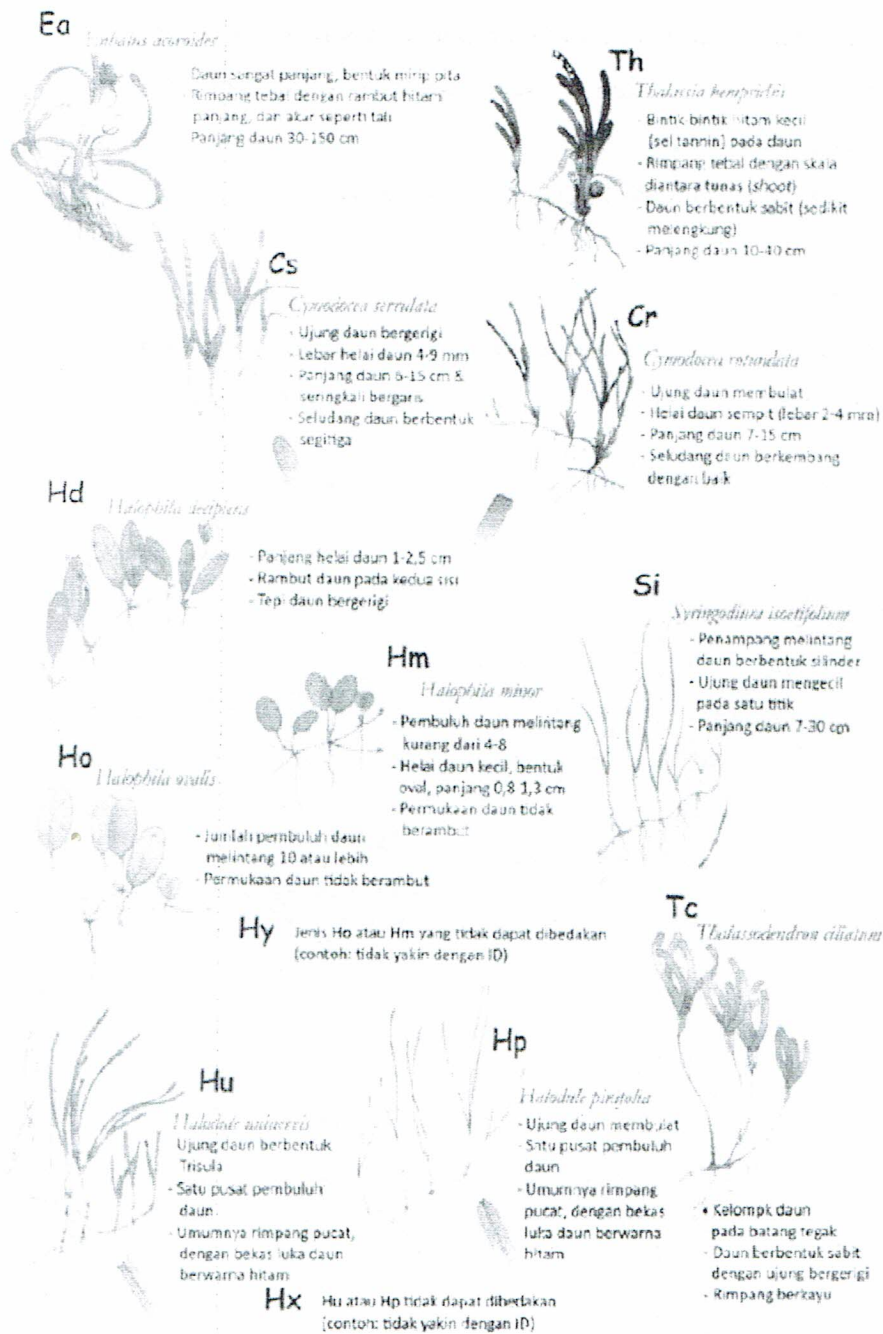
Lamun daerah tempat tumbuhnya berada di wilayah pesisir dan lingkungan laut tropis, dan ughari. Lamun tumbuh pada substrat yang dasarnya biasanya berpasir, lumpur, pasir berlumpur, pasir dan pecahan karang. Untuk jenisnya ada 1 species lamun yang ditemukan di wilayah perairan Indonesia yang terdiri dari 2 suku dan 7 marga, yaitu *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Haludole pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Halophila decipiens*, *Halophila ovalis*, *Halophila minor*, *Halophila spinulosa*, *Syringodium iseutifolium*, dan *Thalassodendron ciliatum*. Tiga jenis lainnya, yaitu *Halophila sulawesii* merupakan jenis lamun baru yang ditemukan oleh Kuo (2007), *Halophila becarii* yang ditemukan herbariumnya tanpa keterangan yang jelas, dan *Ruppia maritima* yang dijumpai koleksi herbariumnya dari Ancol-Jakarta dan Pasir Putih- Jawa Timur.

Sedangkan menurut (Nabil Zurba, 2018) dalam buku yang ia tulis menyebutkan bahwa di Indonesia lamun hamper tersebar di seluruh perairan pesisir dengan hampir seluruh rataaan sampai dengan kedalaman 40 meter. Biasanya lamun ditemukan diantara karang hidup, dan dibawah naungan mangrove. Karakteristik setiap spesies berbeda tergantung pada

zonasi yang terbentuk pada hamparan padang lamun serta faktor ekologi. Pada lamun ada tiga bentuk zonasi berdasarkan kedalamannya yaitu ;

- Zona I merupakan daerah yang dangkal selalu terbuka saat air surut (0-1 m) ;
- Zona II merupakan daerah pasang-surut namun ia tetap terendam air pada saat air surut (1-5 m)
- Zona III merupakan daerah selalu terendam oleh air laut, dan tidak terpengaruh terhadap pasang- surut (5-35 m).





Dimodifikasi dari The Marine Ecology Group, Northern Fisheries Centre CAIRNS, Australia (Sumber: SeagrassNet)

Morfologi lamun sama halnya dengan tumbuhan angiospermae di darat yaitu terdiri dari rhizome (rimpang), daun, dan akar. Rhizome merupakan batang yang terbenam dan merayap secara mendatar dan

berbuku-buku. Pada buku-buku tersebut tumbuh batang pendek yang tegak ke atas, berdaun dan berbunga, serta tumbuh akar. Dengan rhizome dan akar inilah tumbuhan tersebut mampu menahan hempasan ombak dan arus. Tumbuhan lamun mempunyai beberapa sifat yang memungkinkannya hidup di laut, yaitu: (1). Mampu hidup di media air asin; (2). Mampu berfungsi normal dalam kondisi normal; (3). Mempunyai sistem perakaran jangkar yang berkembang biak; (4). Mampu melakukan penyerbukan dan daun generatif dalam keadaan terbenam. Fungsi akar lamun adalah untuk menyerap nutrient dan sebagai tempat penyimpanan O_2 hasil fotosintesis dan CO_2 yang digunakan untuk fotosintesis. Struktur rhizoma dan batangnya bervariasi di antara jenis-jenis lamun, sebagai susunan ikatan pembuluh pada stele. Rhizoma bersama-sama dengan akar, menancapkan lamun pada substrat. Rhizoma dan akar lamun dapat menancapkan diri dengan kokoh di dasar laut sehingga lamun tahan terhadap hempasan ombak dan arus. Rhizoma biasanya terkubur di bawah sedimen dan membentuk jaringan luar. Tumbuhan lamun tidak memiliki stomata, namun memiliki lapisan kutikula yang tipis pada permukaan daun yang dapat menggantikan fungsi stomata sebagai tempat keluar masuknya udara dan adanya terjadinya transfer zat terlarut.

5.3. Ciri-Ciri Spesies Lamun

- *Cymodocea serrulata* Memiliki daun yang berbentuk seperti pita yang lurus atau sedikit melengkung. Setiap tegakkan terdiri dari 2-3 helai daun. Dengan panjang daun 5,9-14,1 cm dan lebar 0,2-0,8 cm. Mempunyai ukuran batang yang pendek dan akar yang bercabang menempel pada rhizoma. Secara umum terlihat rhizoma berwarna kuning sampai kecoklatan.
- *Cymodocea rotundata* memiliki tepi daun halus atau licin, tidak bergerigi, tulang daun sejajar, akar tidak bercabang, tidak mempunyai rambut akar, dan akar pada nodusnya terdiri dari 2-3 helai. Selain itu tiap nodusnya hanya terdapat satu tegakan.

- *Thalassia hemprichii* memiliki daun spesies ini berbentuk seperti pita dan tumbuh agak melengkung berbentuk seperti sabit yang tebal. Setiap tegakkan rata-rata memiliki 3 helai daun. Mempunyai batang dengan pelepah daun yang menyelimuti dan akar serta rhizoma berbentuk seperti saluran yang berbuku-buku.
- *Thalassodendron ciliatum* memiliki rhizoma yang sangat keras dan berkayu, terdapat *ligule*, akar berjumlah 1-5, ujung daun membentuk seperti gigi, dan helaian daunnya lebar serta pipih. Daun-daunnya berbentuk sabit, dimana agak menyempit pada bagian pangkalnya.
- *Enhalus acoroides* memiliki akar berbentuk seperti tali, berjumlah banyak dan tidak bercabang. Panjangnya antara 18,50 – 157,65 mm dan diameternya antara 3,00 – 5,00 mm. Bentuk daun seperti pita, tepinya rata dan ujungnya tumpul, panjangnya antara 65,0 – 160,0 cm dan lebar antara 1,2 – 2,0 cm. Tumbuhnya berpenjar dalam kelompok-kelompok kecil terdiri dari beberapa individu atau kumpulan individu yang rapat. *Enhalus acoroides* merupakan jenis lamun yang mempunyai ukuran paling besar, helaian daunnya dapat mencapai ukuran lebih dari 1 meter. Jenis ini tumbuh di perairan dangkal sampai kedalaman 4 meter, pada dasar pasir, pasir lumpur atau lumpur.
- *Halodule uninervis* memiliki ujung daun yang berbentuk gelombang menyerupai huruf W, jarak antara nodus + 2 cm, dan rimpangnya berbuku-buku. Setiap nodusnya berakar tunggal, banyak dan tidak bercabang. Selain itu juga setiap nodusnya hanya terdiri dari satu tegakan, dan tiap tangkai daun terdiri dari 1 sampai 2 helaian daun.
- *Halodule pinifolia* memiliki daun yang sangat panjang sekitar 6,9-15,2 cm dan sangat sempit dengan lebar sekitar 0,1-0,2 cm. Dan setiap tegakan terdapat 1-2 helai daun. Ukuran batang yang pendek dengan akar yang tumbuh dari rhizoma yang memiliki warna coklat kehitaman.
- *Halophila decipiens* memiliki helai-helai daun yang berbulu, tembus cahaya, tipis menyolok, dan berbentuk oval atau elips. Selain itu

mempunyai tepi daun yang bergerigi seperti gergaji, daun yang berpasang-pasangan, rhizomanya berbulu dan sering tampak kotor karena sedimen menempel pada bulu-bulu tersebut. *Halophila spinulosa* memiliki daun berbentuk bulat panjang, tepi daun tajam, rhizoma tipis dan kadang-kadang berkayu, dan setiap kumpulan daun terdiri dari 10-20 pasang helai daun yang saling berpasangan. *Halophila minor* memiliki 4-7 pasang tulang daun, daun berbentuk bulat panjang seperti telur, pasangan daun dengan tegakan pendek, dan panjang daun 0,5-1,5 cm

- *Halophila ovalis* adalah spesies yang hidup pada substrat berlumpur, memiliki daun yang berbentuk bulat telur (oval) berpasangan, ujung daun agak bulat dan akar tidak berambut. Serta memiliki rhizoma yang mudah patah.
- *Syringodium isoetifolium* memiliki akar tiap nodus majemuk dan bercabang, daun berbentuk silindris dan panjang, rimpangan yang tidak berbuku-buku, dan tiap tangkai daun terdiri dari 2-3 helaian daun. Selain itu juga mempunyai tangkai daun berbuku-buku.

5.4. Fungsi dan Manfaat Lamun

Fungsi dan manfaat padang lamun bagi ekosistem perairan pesisir maupun yang berada di perairan air dangkal adalah sebagai berikut ;

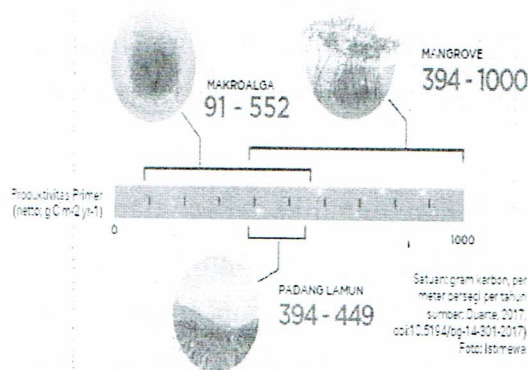
5.4.1. Manfaat bagi Pesisir

Ekosistem lamun memiliki perran sebagai pemberi jasa ekosistem bagi perairan pesisir yang dimaksud jasa ekosistem disini adalah menjadi regulating, supporting, provisioning, dan cultural service. *Regulating service* dimana ekosistem lamun berperan sebgai perangkap sedimen, pelindung pantai, dan pemerangkap karbon serta juga memiliki peluang menjaga kestabilan pH air laut. selain itu ekosistem lamun juga sebagai *nursery ground, feeding ground*, pemasok nutrisi juga untuk ikan yang berada di

terumbu karang hal ini merupakan salah satu fungsi ekosistem lamun sebagai *supporting service*.

5.4.2. Sebagai Produsen Primer

Ekosistem lamun yang merupakan jenis tumbuhan autotrofik ia dapat mengikat karbondioksida (CO_2) dan mengubahnya energi tersebut sebagiannya menjadi suatu rantai makanan, untuk jeni pemangsa langsung oleh herbivore maupun dekomposisi sebagai serasah.



Rantai makanan terdiri dari berbagai tingkatan trofik yang mencakup proses pengangkutan detritus organik dari ekosistem lamun menuju konsumen yang lain. Pada rantai makanan merumpuk untuk sumber nutriennya berasal dari tumbuhan lamun itu sendiri yang daunnya dimakan oleh dugong, penyu, ikan herbivora, dan hewan invertebrata lainnya.

5.4.3. Sebagai Habitat Biota

Lamun memberikan semacam perlindungan dan tempat dan tempat menempel berbagai macam organisme. Selain itu padang lamun juga berfungsi sebagai daerah asuhan dan penyedia makanan bagi ikan herbivore dan ikan-ikan karang.

5.4.4. Ekowisata Lamun

Tidak hanya bermanfaat untuk biota dan organisme yang ada di perairan pesisir, namun lamun juga memberi manfaat terhadap masyarakat pesisir dan bisa menjadi nilai ekonomi untuk negara dan warga setempat. Salah satunya ekowisata lamun, wisata merupakan bentuk pemanfaatan sumberdaya alam yang mengandalkan jasa alam. Ekowisata lamun ini berbasis berkelanjutan dan bertujuan untuk konservasi, namun agar ekowisata dapat berjalan dengan baik maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu ;

- Sikap harus menjaga alam dan ekosistem sekitar ;
- Ikut mendukung pengurangan aktifitas degradasi lingkungan agar pengembangan lingkungan lebih sehat ;
- Pengelolaan ekowisata harus memprioritaskan konsep pendekatan yang berbasis konservasi.

Pembangunan ekowisata yang berkelanjutan akan berhasil apabila karakter atau peran yang dimiliki oleh masing-masing pelaku ekowisata dimainkan sesuai dengan perannya. Berkerjasama secara holistik diantara para stakeholders, memperdalam pengertian dan kesadaran terhadap pelestarian alam dan menjamin keberlanjutan kegiatan ekowisata tersebut.

5.5. Sebaran Lamun di Indonesia

Lamun adalah tumbuh-tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang hidup pada lingkungan perairan laut dangkal, ekosistem padang lamun merupakan sebuah ekosistem pesisir yang mempunyai peranan ekologi penting bagi lingkungan laut dangkal yaitu sebagai habitat biota, produsen primer, penangkap sedimen (sediment trap) serta berperan sebagai pendaur zat hara dan elemen kelumit (trace element). Salah satu faktor yang mempengaruhi kondisi padang lamun adalah parameter lingkungan, yaitu suhu, salinitas, pH, DO, substrat dasar, dan kecerahan. Penyebaran lamun tersebar di berbagai wilayah perairan Indonesia dengan beragam

jenis seperti yang ada Maluku terdapat beberapa jenis lamun yaitu *Cymodocea rotundata*, *C. serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Halodule pinifolia*, *H. uninervis*, *Halophila minor*, *H. ovalis*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalassodendron ciliatum*, dan *Thalassia hempricii* (Saputro et al., 2018).

Lamun terkonsentrasi di dua daerah utama, yaitu IndoPasifik dan pantai-pantai Amerika Tengah. Menurut Kordi (2011), tumbuhan lamun di dunia terdiri dari dua famili, 12 genera dengan 49 spesies. Dari 12 genera tersebut tujuh diantaranya hidup di perairan tropis, yaitu *Enhalus*, *Thalassia*, *Halophila*, *Holodule*, *Cymodocea*, *Syringodium* dan *Thalassodendron*. Di Indonesia ditemukan 13 spesies, yang sebelumnya 12 spesies, dengan dominan dan dijumpai hampir di seluruh Indonesia adalah *Thalassia hemprichii*.

Sedangkan menurut (Riswati & Efendy, 2020) luasan persebaran lamun di Pulau Sapudi Kabupaten Sumenep pada bulan September 2014 dan 2018 mengalami penurunan luasan sebesar -0,853 Ha dengan laju perubahan luasan -19,4%. Faktor perubahan luasan lamun pada arah arus selama 5 tahun di Pulau Sapudi Kabupaten Sumenep ke arah selatan menuju ke Pulau Jawa dan Selat Bali dengan kecepatan 0-02 km/jam dan suhu permukaan laut pada citra 2014 termasuk tidak optimal dan citra 2018 termasuk optimal perkembangan lamun yang mengakibatkan terjadinya perubahan luasan padang lamun di Pulau Sapudi menjadi berkurang

5.6. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Lamun

1. Suhu merupakan faktor penting bagi kehidupan organisme di perairan khususnya lautan, karena pengaruhnya terhadap aktivitas metabolisme ataupun perkembangbiakan dari organisme tersebut. Suhu mempengaruhi proses fisiologi yaitu fotosintesis, laju respirasi, dan pertumbuhan. Lamun dapat tumbuh pada kisaran 5 – 35 °C, dan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 25 – 30 °C.
2. Salinitas. Toleransi lamun terhadap salinitas bervariasi antar jenis dan

umur, lamun akan mengalami kerusakan fungsional jaringan sehingga mengalami kematian apabila berada di luar batas toleransinya. Beberapa lamun dapat hidup pada kisaran salinitas 10 - 45 ‰, dan dapat bertahan hidup pada daerah estuari, perairan tawar, perairan laut, maupun di daerah *hipersaline* sehingga salinitas menjadi salah satu faktor distribusi lamun secara gradien.

3. Kecerahan perairan menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Pada perairan alami, kecerahan sangat penting karena erat dengan proses fotosintesis. Lamun membutuhkan intensitas cahaya yang tinggi untuk proses fotosintesis dalam proses pertumbuhannya.
4. Substrat merupakan media bagi tumbuhan untuk memperoleh nutrisi. Lamun dapat ditemukan pada berbagai karakteristik substrat.

BAB VI

RUMPUT LAUT (*SEAWEED*)

6.1. Definisi Rumput Laut (*Seaweed*)

Rumput laut merupakan salah satu sumber daya hayati yang terdapat di wilayah pesisir dan laut. Istilah "rumput laut" adalah rancu secara botani karena dipakai untuk dua kelompok "tumbuhan" yang berbeda. Dalam bahasa Indonesia, istilah rumput laut dipakai untuk menyebut baik gulma laut dan lamun.

Rumput laut merupakan tumbuhan tingkat rendah yang perawakannya (habitusnya) relatif sulit dibedakan antara akar, batang dan daunnya. Keseluruhan bagian tubuhnya disebut dengan talus. Rumput laut dibedakan dalam 3 divisi utama berdasarkan atas kandungan pigmen yang dominan pada rumput laut tersebut yaitu Rhodophyta (alga merah), Phaeophyta (alga coklat), dan Chlorophyta (alga hijau) (Indrawati *et al.*, 2007) dalam (Ferawati *et al.*, 2014).

Rumput laut merupakan salah satu biota laut yang memiliki banyak manfaat. Rumput laut dapat digunakan sebagai bahan pangan. Beberapa penelitian melaporkan rumput laut kaya akan kandungan makro dan mikro nutrisi seperti karbohidrat, protein, vitamin, mineral (Peñalver *et al.*, 2020; Tapotubun, 2018), senyawa bioaktif seperti polisakarida, polifenol, asam lemak tak jenuh yang digunakan untuk menyembuhkan peradangan, kanker, stres oksidatif, alergi, diabetes, trombosis, obesitas, hipertensi, lipidemia, dan lain sebagainya (Tanna *et al.*, 2019). Rumput laut juga dimanfaatkan sebagai bahan obat dan kosmetik. Rumput laut merupakan sumber energi terbarukan untuk produksi biogas dan biofuel (Joshi *et al.*, 2015).

6.2. Keanekaragaman Rumput Laut (Seaweed) di Indonesia

Keanekaragaman adalah gambaran tingkat keragaman spesies pada suatu komunitas. Terkadang keanekaragaman rendah disebabkan oleh adanya spesies yang mendominasi komunitas. Dominansi suatu spesies dalam komunitas menunjukkan bahwa spesies tersebut dapat beradaptasi dan memanfaatkan lingkungan lebih baik daripada spesies lainnya. Studi keanekaragaman dan dominansi spesies rumput laut penting untuk pengelolaan sumber daya rumput laut yang lebih baik (Ardiyanto *et al.*, 2020).

Rumput laut yang ada di Indonesia memiliki berbagai macam keanekaragaman jenis, salah satunya yang berada di sekitar Pantai Kecamatan Palang ditemukan sebanyak 15 spesies rumput laut dimana 8 spesies termasuk Chlorophyta, 6 spesies termasuk Rhodophyta, dan 1 spesies termasuk Phaeophyta. Indeks keanekaragaman rumput laut tergolong sedang (Putriarti *et al.*, 2023). Sedangkan di Perairan Pulau Serangan Pulau Bali ditemukan banyak jenis rumput laut alami. Rumput laut alami yang ditemukan di perairan Pulau Serangan adalah 12 spesies yaitu *Ulva lactuca*, *Chaetomorpha linum*, *Chaetomorpha aera*, *Padina australis*, *Sargassum fluitans*, *Turbinaria ornata*, *Gelidium sp.*, *Hypnea cornuta*, *Hypnea spicifera*, *Gracilaria salicornia*, *Acanthophora spicifera*, *Halimeda opuntia* yang tergolong ke dalam 3 divisi yaitu Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta. Kerapatan rumput laut alami tertinggi adalah *Padina australis*, sedangkan kerapatan terendah adalah *Chaetomorpha linum* (Herlinawati *et al.*, 2017).

Jumlah spesies rumput laut yang ditemukan di Teluk Awur dilihat dari karakteristik morfologinya terdiri dari dua divisi yaitu Chlorophyta (3 spesies) dan Phaeophyta (5 spesies). Selain itu, jumlah spesies rumput laut yang ditemukan di Pantai Krakal dilihat dari karakteristik morfologinya terdiri dari tiga divisi yaitu Chlorophyta (4 spesies), Phaeophyta (2 spesies) dan Rhodophyta (11 spesies) (Pramesti *et al.*, 2016). Di Nusa Penida

ditemukan ada sebanyak 16 jenis rumput laut yang ditemukan dengan lima jenis alga hijau (Chlorophyta), tiga jenis alga coklat (Phaeophyta) dan delapan jenis alga merah (Rhodophyta). Jenis rumput laut yang paling banyak dibudidayakan di Kecamatan Nusa Penida yaitu *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma cottonii*, dan *Kappaphycus alvarezii* (Sarita *et al.*, 2021).

Keanekaragaman rumput laut tentunya Indonesia memiliki potensi yang besar terhadap sumber daya laut, salah satunya adalah rumput laut. Rumput laut dari kelas alga coklat (phaeophyta) merupakan salah satu makroalga yang paling banyak tumbuh di perairan Indonesia. Ada dua tipe substrat utama yang digunakan sebagai tempat hidup rumput laut yaitu substrat lunak yang meliputi lumpur, pasir atau campuran pasir dan lumpur, dan substrat keras yang meliputi karang mati, karang hidup dan batuan (Subagio & Kasim, 2019). 15 spesies, yaitu spesies *Eucheuma cattoni*, *Eucheuma spinosum*, *Eucheuma edule*, *Gracillaria folifera*, *Acanthopora specifera*, *Sargassum crassifolium*, *Turbinaria ornata*, *Padina australis*, *Sargassum duplicatum*, *Dyctyota bartayresian*, *Hormophisa cuneiformis*, *Caulerpa corynophora*, *Ulva lactuca*, *Codium decorticatum*, dan *Dyctyosphaera*. Dimana 15 spesies yang ditemukan berasal dari kelas Rhodophyta, Phaeophyta, dan Chlorophyta.

6.3. Jenis-Jenis Rumput laut

Rumput laut (Seaweed) pada dasarnya dibedakan dalam 3 divisi utama berdasarkan atas kandungan pigmen yang dominan pada rumput laut tersebut yaitu Rhodophyta (alga merah), Phaeophyta (alga coklat) dan Chlorophyta (alga hijau) (Indrawati *et al.*, 2007) dalam (Subagio & Kasim, 2019).

1. *Rhodophyta* (alga merah)

Rumput laut atau alga merah mempunyai identitas biologis sebagai berikut: Dalam reproduksinya tidak mempunyai stadia gamet berbulu cambuk, reproduksinya seksual dengan karpogonia dan spermatia,

pertumbuhannya bersifat uniaksial (satu sel di ujung thallus) dan multiaksial (banyak sel di ujung thallus), alat pelek (holdfast) terdiri dari sel tunggal atau sel banyak, memiliki fikobilin yang terdiri dari fikosianin (warna merah), bersifat adaptasi kromatik yaitu memiliki penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan dan dapat menimbulkan berbagai warna pada thallus seperti: warna merah tua, merah muda, pirang, abu-abu, kuning dan hijau dalam dinding selnya tersusun dua lapisan yaitu lapisan dalam yang keras banyak mengandung selulosa dan lapisan luar yang terdiri dari substansi pektik yang mengandung agar dan carrageenan (Aslan, 1998) dalam (Subagio & Kasim, 2019)

Menurut Juana (2009) dalam (Subagio & Kasim, 2019) tercatat 17 marga terdiri dari 34 jenis. Berikut ini margamarga alga merah yang ditemukan di Indonesia diantaranya adalah:

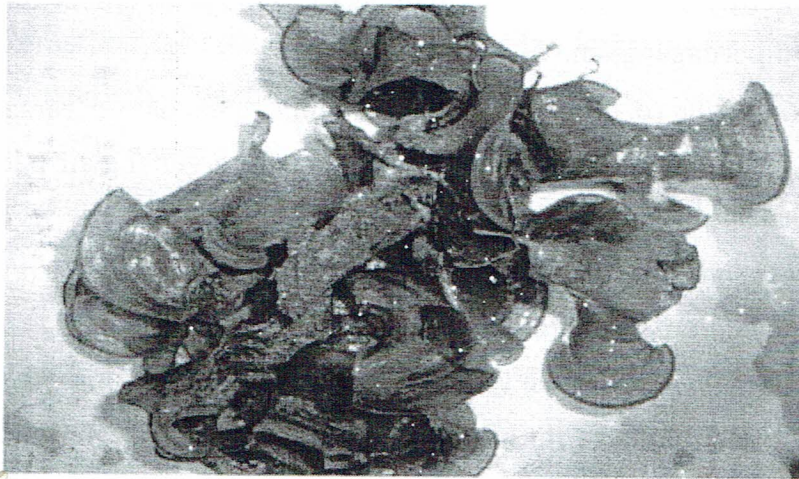
1. *Acanthopora* terdiri dari dua jenis yang tercatat, yakni *A. spicifera*, dan *A. muscoides*. Alga ini hidup menempel pada batu atau benda keras lainnya.
2. *Actinotrichia* (*A. fragilis*) terdapat di bawah pasut dan menempel pada karang mati. Sebarannya luas terdapat pula di padang lamun.
3. *Ananisa* (*A. glomerata*) tumbuh melekat pada batu di daerah terumbu karang dan dapat hidup melimpah di padang lamun.
4. *Amphiroa* (*A. fragilissima*) tumbuh menempel pada dasar pasir di rata-rata pasir atau menempel pada substrat dasar lainnya di padang lamun. Sebarannya luas.
5. *Chondrococcus* (*C. hornemannii*) tumbuh melekat pada substrat batu di ujung luar rata-rata terumbu yang senantiasa terendam air.
6. *Corallina* belum diketahui jenisnya. Alga ini tumbuh di bagian luar terumbu yang biasanya terkena ombak langsung. Sebarannya tidak begitu luas terdapat antaranya di pantai selatan Jawa.

7. *Eucheuma* adalah alga merah yang biasa ditemukan dibawah air surut rata-rata pada pasang-surut bulan setengah.
8. *Galaxaura* terdiri dari empat jenis, yakni *G. kjelmanii*, *G. subfruticulosa*, *G. subverticillata*, dan *G. rugosa*. Alga ini melekat pada substrat batu di rataan terumbu.
9. *Gelidiella* (*G. acerosa*) tumbuh menempel pada batu. Alga ini muncul dipermukaan air pada saat air surut dan mengalami kekeringan. Alga ini digunakan sebagai sumber agar yang diperdagangkan.
10. *Gigartina* (*G. affinis*) tumbuh menempel pada batu di rataan trumbu, terutama di tempat-tempat yang masih tergenang air pada saat air surut terendah.
11. *Gracilaria* terdiri dari tujuh jenis, yakni *G. arcuata*, *G. coronopifolia*, *G. foliifera*, *G. gigas*, *G. salicornia*, dan *G. verrucosa*.
12. *Halymenia* terdiri dari dua jenis, yakni *H. durvillaei*, dan *H. harveyana*. alga ini hidup melekat pada batu karang diluar rataan trumbu yang selalu tergenang di air.
13. *Hypnea* terdiri dari dua jenis, yakni *H. asperi*, dan *H. servicornis*. Alga ini hidup di habitat berpasir atau berbatu, adapula yang bersifat epifit. Sebarannya luas.
14. *Laurencia* terdiri dari tiga jenis yang tercatat, yakni *L. intricate*, *L. nidifica*, dan *L. obtusa*. Alga ini hidup melekat pada batu di daerah trumbu karang.
15. *Rhodymenia* (*R. palmata*) hidup melekat pada substrat baru di rataan terumbu.
16. *Titanophora* (*T. pulchra*) jarang dijumpai, jenis ini terdapat di perairan Sulawesi.
17. *Porphyra* adalah alga cosmopolitan. Marga alga ini terdapat mulai dari perairan subtropik sampai daerah tropik. Alga ini dijumpai di

daerah pasut (litoral), tepatnya di atas daerah litoral. Alga ini hidup di atas batuan karang pada pantai yang terbuka serta bersalinitas tinggi.

2. *Phaeophyta* (alga coklat)

Menurut Juana (2009) dalam (Subagio & Kasim, 2019) terdapat delapan marga alga coklat yang sering ditemukan di Indonesia. Berikut ini adalah marga-marga alga coklat diantaranya adalah :

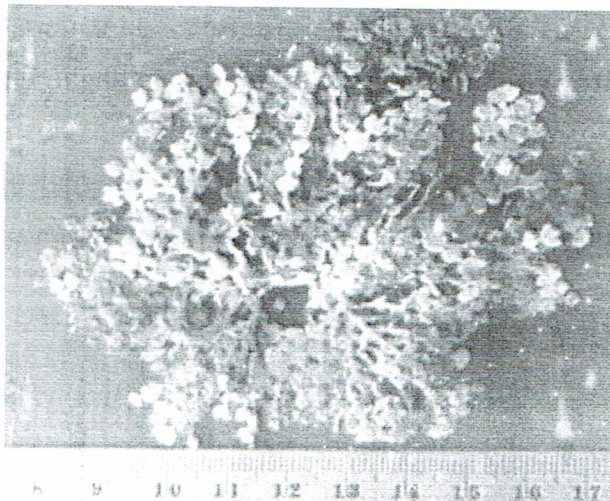


1. *Cystoseira* sp. Hidup menempel pada batu di daerah rata-an trumbudengan alat pelekatnya yang berbentuk cakram kecil. Alga ini mengelompok bersama dengan komunitas *Sargassum* dan *Turbinaria*. Di perairan pantai Malaysia terdapat jenis *C. prolifera* yang dapat berukuran besar dan terdapat di paparan terumbu dan pantai berbatu. Alga ini mempunyai dua atau tiga sayap longitudinal dengan pinggiran bergerigi. Sayap ini mencapai lebih dari 0,5 cm lebarnya. Kantung udaranya terdapat di sepanjang thallus.
2. *Dictyopteris* sp. Hidup melekat pada batu di pinggiran luar rata-an terumbu jarang dijumpai. Jenis alga ini banyak ditemukan diselatan Jawa, Selatan Sunda dan Bali.

3. *Dictyota (D. bartayresiana)*, tumbuh menempel pada batu karang mati di daerah rataan terumbu
4. *Hormophysa (H. triquesa)*, hidup menempel pada batu dengan alat pelekatnya berbentuk cakram kecil. Alga ini hidup bercampur dengan *Sargassum* dan *Turbinaria* dan hidup di rataan trumbu.
5. *Hydroclathrus (H. clatratus)*, tumbuh melekat pada batu atau pasir di daerah rataan terumbu dan tersebar agak luas di perairan Indonesia.
6. *Padina (P. australis)*, tumbuh menempel pada batu di daerah rataan terumbu, baik di tempat terbuka di laut maupaun di tempat terlindung. Alat pelekatnya yang melekat pada batu atau pada pasir, terdiri dari cakram pipih 5 - 8cm lebarnya. Tangkai yang pipih dan pendek menghubungkan alat pelekat ini dengan ujung meruncing dari selusin daun berbentuk kipas. Setiap daun mempunyai jari-jari 5 cm atau lebih.
7. *Sargasum* terdapat *teramat* melimpah mulai dari air surut pada pasang-surur bulan setengah ke bawah. Alga ini hidup melekat pada batu atau bongkahan karang dan dapat terbedol dari substratnya selama ombak besar dan menghanyut kepermukaan laut atau terdampar di bagian atas pantai. Warnanya bermacam-macam dari coklat muda sampai coklat tua. Alat pelekatnya terdiri dari cakram pipih. Di perairan kita tercatat tujuh jenis, yakni *S. polycystum*, *S. plagiophyllum*, *S. duplicatum*, *S. carassifolium*, *S. binderi*, *S. echinocarpum*, dan *S. cinereum*.
8. *Turbinaria* terdiri dari tiga jenis yang tercatat, yakni *T. conoides*, *T. decurrens*, dan *T. ornate*. Alga ini memiliki cabangcabang silendri dengan diameter 2 - 3 mm dan mempunyai cabang lateral pendek dari 1 - 1,5 cm panjangnya. Alga ini terdapat di pantai berbatu dan paparan terumbu.

3. *Chlorophyta* (alga hijau)

Alga ini merupakan kelompok terbesar dari vegetasi alga. Alga hijau (*Chlorophyceae*) termasuk dalam divisi *chlorophyta*. Perbedaan dengan divisi lainnya karena memiliki warna hijau yang jelas seperti pada tumbuhan tingkat tinggi karena mengandung pigmen klorofil a dan b, karotin dan xantofil, violasantin, dan lutein. Pada kloroplas terdapat pirenoid, hasil asimilasi berupa tepung dan lemak. Hasil asimilasi beberapa amilum, penyusunnya sama seperti pada tumbuhan tingkat tinggi yaitu amilose dan amilopektin. Beberapa xanthofil jumlahnya melimpah ketika organisme tersebut masih muda dan sehat, xanthofil lainnya akan tampak dengan bertambahnya umur. Pigmen selalu berada dalam plastid ini disebut kloroplas. Dinding sel lapisan luar terbentuk dari bahan pektin sedangkan lapisan dalam dari selulosa. Contohnya: *Enteromorpha*, *Caulerpa*, *Halimeda* dan *Spirulina*. Alga hijau yang tumbuh di laut disepanjang perairan yang dangkal. Pada umumnya melekat pada batuan dan seringkali muncul apabila air menjadi surut (Bachtiar, 2007; Sulisetijono, 2009; Tjitrosoepomo, 1998) dalam (Subagio & Kasim, 2019)



Menurut Juana (2009) Dalam (Subagio & Kasim, 2019) tercatat sedikitnya 12 genus alga hijau yang banyak diantaranya sering dijumpai di

perairan pantai Indonesia. Berikut ini adalah genusgenus alga hijau diantaranya adalah:

1. *Caulerpayang* dikenal beberapa penduduk pulau sebagai anggur laut yang terdiri dari 15 jenis dan 5 varietas.
2. *Ulva* mempunyai thallus berbentuk lembaran tipis seperti sla, oleh karnaya dinamakan sla laut. Ada tiga jenis yang tercatat, satu diantaranya, *U. reticulata*. Alga ini biasanya melekat bisanya dengan menggunakan alat pelekat berbentuk cakram pada batu atau pada substrat lain. Tangkai pendek menghubungkan alat ini dengan daun yang tipis dan lebar, 0,1 mm tebalnya, bentuk dan ukurannya tak teratur.
3. *Valonia* (*V. Ventricosa*) mempunyai thallus yang membentuk gelembung berisi cairan berwarna ungu atau hijau mengkilat, menempel pada karang atau karang mati. Alga ini berbenag hijau bercabang dan beruas, garis tengahnya kira-kira 1 mm, tumbuh ke atas membentuk sebuah thallus yang permukaan atasnya berbentuk kubah.
4. *Dictyosphaera* (*D. caversona*) dan jenis-jenis dari marga ini di Nusa Tenggara Barat dinamakan bulung dan dimanfaatkan sebagai sayuran.
5. *Halimeda* terdiri dari 18 jenis. Marga ini berkapur dan menjadi salah satu penyumbang endapan lkapur di laut. *H. tuna* terdiri dari rantai bercabang dari potongan tipis berbentuk kipas. Alga ini terdapat di bawah air surut, pada pantai berbatu dan paparan terumbu, tetapi potongan-potongannya dapat tersapu ke bagian atas pantai setelah terjadi badai.
6. *Chaetomorpham* mempunyai thallus atau daunnya berbentuk benang yang menggumpal. Jenis yang diketahui adalah *C. crassa* yang sering terjadi gulma bagi budidaya laut.
7. *Codium* hidup menempel pada batu atau batu karang, tercatat

ada enam jenis.

8. Dari marga *Udotea* tercatat ada dua jenis dan banyak terdapat di perairan Sulawesi, seperti di Kepulauan Spermonde dan Selat Makasar. Alga ini tumbuh di pasir dan trumbu karang
9. *Tydemanina* (*T. expeditionis*) tumbuh di paparan terumbu karang yang dangkal dan di daerah tubir pada kejulukan 5-30 m di perairan jernih.
10. *Burnetella* (*B. nitia*) menempel pada karang mati dan pecahan karang di paparan turumbu.
11. *Burgenesia* (*B. forbisi*) mempunyai thallus membentuk kantung silendrik berisi cairan warna hijau tua atau hijau kekuning-kuningan, menempel di batu karang atau pada tumbuhtumbuhan lain.
12. *Neomeris* (*N.annulata*), tumbuh menempel pada substrat pada karang mati di dasar.

6.4. Habitat Rumput Laut

Kehadiran rumput laut di Indonesia banyak dijumpai di perairan pantai yang mempunyai paparan terumbu. Distribusi dan kepadatannya tergantung pada tipe dasar perairan, kondisi hidrografis musim dan kompetisi jenis (Soegiarto 1977) dalam (Subagio & Kasim, 2019), Sebaran rumput laut di berbagai perairan Indonesia mempunyai habitat yang berbeda-beda yakni substrat berlumpur, grave-pasir kasar dan batu karang. Rumput laut yang tumbuh menancap di tempat berlumpur atau pasir-lumpur kebanyakan dari marga *Halimeda*, *Avrainvillea* dan *Udotea* thallus basal mempunyai karakteristik berubi atau "Bulbous

6.5. Pertumbuhan dan Perkembangan Rumput Laut

Pertumbuhan rumput laut terjadi karena rumput laut melakukan proses respirasi dan fotosintesis. Pertumbuhan rumput laut dipengaruhi

oleh beberapa faktor baik yang bersifat internal maupun eksternal. Faktor internal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan antara lain jenis, bagian thallus dan umur, sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh antara lain keadaan lingkungan fisika dan kimia yang dapat berubah menurut ruang dan waktu, penanganan bibit, perawatan tanaman, dan metode budidaya. Laju pertumbuhan yang dianggap menguntungkan adalah diatas 3% pertumbuhan berat per hari (Mubarak, 1990).

6.6. Manfaat Rumput Laut

Rumput laut adalah salah satu sumber daya hayati yang sangat potensial untuk dikembangkan karena memiliki nilai ekonomis tinggi. Rumput laut telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir sebagai sumber makanan dengan mengkonsumsinya, dan diproses menjadi berbagai pangan olahan. Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi rumput laut diketahui memiliki kandungan senyawa hidrokolloid, senyawa bioaktif dan senyawa penting lainnya. Dalam dunia industri rumput laut telah di manfaatkan menjadi produk olahan dan berhasil dikembangkan secara komersial seperti agar-agar, pudding, kosmetik, pasta gigi, shampoo, kertas, tekstil dan pelumas pada pengeboran sumur minyak (Widiyastuti, 2009)

BAB VII

TIPOLOGI WILAYAH

PERAIRAN, PESISIR, DAN LAUT INDONESIA

7.1. Konsep dan Model Penyusunan Tipologi Wilayah Pesisir

Menurut (Suprajaka *et al.*, 2005) dalam penyusunan tipologi pesisir di Indonesia dapat menggunakan teknologi seperti citra satelit dengan hasil interpretasinya didapatkan konsep penyusunannya adalah Klasifikasi dan identifikasi tipologi pesisir untuk skala nasional bersifat global, kerana sumber data yang dipakai terhadap data sekunder (Peta Geologi, Peta Vegetasi, dan Citra Penderiaan Jauh) sehingga kemampuan profesional adjustment sangat menentukan dalam pengidentifikasian mahupun pengklasifikasi-an tipologi pesisir berdasarkan jenis materi penyusun hasil interpretasi satuan geologi utama, dan ekosistemnya berdasar vegetasi utama yang tumbuh dan berkembang pada setiap kawasan pesisir.

Berdasarkan hasil interpretasi dan tumpangsusun antara ketiga sumber data yang ada, maka di kawasan pesisir Indonesia dapat dikelompokkan ke dalam 13 tipologi pesisir skala nasional, dengan komponen penyusun antara: material berbatu, berpasir, berlumpur; ekosistem hutan, mangrove, terumbu karang, bukan hutan; dan kemungkinan telah dibudidayakan atau belum dibudidayakan.

7.2. Tipologi di Kawasan Pesisir dan Laut

Berbagai tipologi kepepesisiran yang ada di kawasan pesisir Tulungagung dipengaruhi proses geologi dan sampai saat ini prosesnya juga dipengaruhi oleh pasang surut air laut, sungai maupun kegiatan pemanfaatan lahan oleh manusia yang bermukim di pesisir. Secara geologi, kawasan bagian selatan Tulungagung termasuk bagian kawasan rangkaian perbukitan kapur atau perbukitan karst. Hal ini beberapa sebagian pesisirnya berupa cliff atau tebing-tebing akibat dari proses pengangkatan.

Hal ini yang menjadi bagian plato selatan pulau jawa bagian selatan yang terjadi pengangkatan dan beberapa sebagian dibuktikan bentuknya yang miring ke selatan. Selanjutnya ada tipologi yang dipengaruhi oleh gelombang air laut atau wave erosion coast.

SUMBER REFERENSI

- Alwi, D., Koroy, K., & Laba, E. (2019). Struktur Komunitas Ekosistem Mangrove di Desa Daruba Pantai Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 5(4), 33-46.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3551741>
- Ananta, R. R., Soenardjo, N., & Pramesti, R. (2020). Karakteristik Mangrove Di Muara Sungai Timur Kawasan Laguna Segara Anakan, Kabupaten Cilacap Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(4), 416-422.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v9i4.28816>
- Darma Adi, N., Damar, A., Adrianto, L., Sudarma, D., & Solihin, A. (2017). STRATEGI PENGELOLAAN TERUMBU KARANG DI KEPULAUAN SERIBU Strategic of Coral Reef Management in the Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 7(3), 244.
<https://doi.org/10.19081/jpsl.2017.7.3.244>
- Driptufany, D. M., Yulius, H., Hidayat, M., Kamal, E., Razak, A., & Putra, A. (2021). Karakteristik Spesies Fauna Ekosistem Mangrove Dengan Metode Survei di Kawasan Teluk Bungus-Padang (Characteristics of Fauna Species of Mangrove Ecosystem Using Survey Method in Coastal Regions of Bungus Bay-Padang). *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 2(1), 60-67.
- Fadhila, H., Saputra, S. W., & Wijayanto, D. (2015). Nilai Manfaat Ekonomi Ekosistem Mangrove Di Desa Kartika Jaya Kecamatan Patebon Kabupaten Kendal Jawa Tengah. *Management of Aquatic Resources Journal*, 4(3), 180-187.
- Ferawati, E., Widyartini, D. S., & Insan, I. (2014). Studi Komunitas Rumput Laut Pada Berbagai Substrat Di Perairan Pantai Permisan Kabupaten Cilacap. *Scripta Biologica*, 1(1), 57.
<https://doi.org/10.20884/1.sb.2014.1.1.25>

- Hadi, A. T., Giyanto, Prayudha, B., Hafizt, M., & Suharsono, A. B. (2018). Status Terkini Terumbu Karang Indonesia 2018. In *Puslit Oseanografi – LIPI* (Issue November). <http://lipi.go.id/siaranpress/lipi:-status--terkini-terumbu-karang-indonesia-2018-/21410>
- Herlinawati, N. D. P. D., Arthana, I. W., & Dewi, A. P. W. K. (2017). Keanekaragaman dan Kerapatan Rumput Laut Alami Perairan Pulau Serangan Denpasar Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1), 22. <https://doi.org/10.24843/jmas.2018.v4.i01.22-30>
- Hilmi, E., Sari, L. K., & Amron. (2019). Distribusi Sebaran Mangrove Dan Faktor Lingkungan Pada Ekosistem Mangrove Segara Anakan Cilacap. *Prosiding Seminar Nasional Dan Call for Papers "Pengembangan Sumber Daya Perdesaan Dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX"*, 2(November), 23-33. <http://jurnal.lppm.unsoed.ac.id/ojs/index.php/Prosiding/article/view/1023>
- Kamal, E. (2011). Keragaman dan Kelimpahan Sumberdaya Ikan di Perairan Hutan Mangrove Pulau Unggas Air Bangis Pasaman Barat. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 16(2), 187-192. <https://doi.org/10.24002/biota.v16i2.98>
- Kamal, E. (2012). Fenologi Mangrove (*Rhizophora apiculata*, *R. mucronata* dan *R. stylosa*) di Pulau Unggas, Air Bangis Pasaman Barat, Sumatera Barat. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1), 90. <https://doi.org/10.31258/jnat.14.1.90-94>
- Kamal, E., & Haris, N. (2014). Komposisi dan Vegetasi Hutan Mangrove di Pulau-Pulau Kecil, di Pasaman Barat. *Ilmu Kelautan*, 19(2), 113-120.
- Lesibani, S. M., & Kamal, E. (2010). Pola penyebaran pertumbuhan propagul mangrove *Rhizophoraceae* di kawasan Pesisir Sumatera Barat. *Jurnal Mangrove Dan Pesisir*, 10(1), 33-38.

- Maulidia, V., Akbar, A. A., Jumiati, J., Arifin, A., & Sulastri, A. (2022). The Value of Mangrove Ecosystems Based on Mangrove Carbon Sequestration in West Kalimantan. *Journal of Wetlands Environmental Management*, 10(1), 12. <https://doi.org/10.20527/jwem.v10i1.279>
- Musalima, F. A., Haykal, M. F., Adibah, F., Asyari, I. M., Irsyad, M. J., Andrimida, A., & Hardiyan, F. Z. (2021). Valuasi ekosistem mangrove di Pantai Clungup sebagai upaya perlindungan konservasi. *Journal of Empowerment Community and Education*, 1(1), 21–26.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suyadiputra, I. N. . (2007). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia* (Issue May).
- Oktarina, A., Kamal, E., & Suparno, S. (2015). Kajian Kondisi Terumbu Karang dan Strategi Pengelolaannya di Pulau Panjang, Air Bangis, Kabupaten Pasaman Barat. *Jurnal Natur Indonesia*, 16(1), 23. <https://doi.org/10.31258/jnat.16.1.23-31>
- Poedjirahajoe, E., & Matatula, J. (2019). The physiochemical condition of mangrove ecosystems in the coastal district of Sulamo, Kupang, East Nusa Tenggara, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 23(5), 173–184. <https://doi.org/10.7226/jtfm.25.3.173>
- Pramesti, R., Susanto, A., S, W. A., Ridlo, A., Subagiyo, S., & Oktaviaris, Y. (2016). Struktur Komunitas dan Anatomi Rumput Laut di Perairan Teluk Awur, Jepara dan Pantai Krakal, Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(2), 81. <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i2.822>
- Putriarti, D., Winarsih, & Rachmadiarti, F. (2023). Keanekaragaman Rumput Laut dan Pemanfaatannya oleh Masyarakat di Pantai Kecamatan Palang Kabupaten. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(3), 248–257.
- Riswati, M., & Efendy, M. (2020). Analisis Persebaran Lamun Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Di Pulau Sapudi, Kabupaten Sumenep. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(2), 250–259.

<https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i2.8443>

- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Daulat, A., Suryono, D. D., Sudirman, N., Rahayu, Y. P., Mangindaan, P., Heriati, A., & Hutahaeen, A. A. (2015). Ekosistem lamun sebagai bioindikator lingkungan di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi Indonesia*, 11(2), 233–241.
- Sadono, R., Soeprijadi, D., Susanti, A., Matatula, J., Pujiono, E., Idris, F., & Wirabuana, P. Y. A. P. (2020). Local indigenous strategy to rehabilitate and conserve mangrove ecosystem in the southeastern gulf of kupang, east nusa tenggara, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(3), 1250–1257.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d210353>
- Saputro, M. A., Ario, R., & Riniatsih, I. (2018). Sebaran Jenis Lamun di Perairan Pulau Lirang Maluku Barat Daya Provinsi Maluku. *Marine Research*, 7(2), 97–105.
- Sarita, I. D. A. A. D., Subrata, I. M., Sumaryani, N. P., & Rai, I. G. A. (2021). Identifikasi jenis rumput laut yang terdapat pada ekosistem alami Perairan Nusa Penida. *Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 10(1), 141–154.
- Schaduw, J. N. (2018). Distribusi Dan Karakteristik Kualitas Perairan Ekosistem Mangrove Pulau Kecil Taman Nasional Bunaken. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 40. <https://doi.org/10.22146/mgi.32204>
- Subagio, & Kasim, M. S. H. (2019). Identifikasi Rumput Laut (Seaweed) di Perairan Pantai Cemara, Jerowaru Lombok Timur Sebagai Bahan Informasi Keanekaragaman Hayati Bagi Masyarakat. *JISIP*, 3(1), 1–14.
- Suprajaka, Poniman, A., & Hartono. (2005). Konsep dan model penyusunan tipologi pesisir Indonesia menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografi. *Geografia : Malaysian Journal of Society and Space*, 1(1), 76–84.

- Wulandari, D. P., Kamal, E., & Suparno. (2023). The correlation between environmental parameters and the abundance of crabs in the mangrove ecosystem of Gemuruh River , Koto XI Tarusan District , West Sumatera. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir, Dan Perikanan*, 12(1), 49–55. <https://doi.org/10.13170/depik.12.1.27000>
- Sitaba, R. D., Paruntu, C. P., & Wagey, T. B. (2021). (Study of Seagrass Communities in The Tarabitan Peninsula West Likupang. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 9(2), 24–34.
- Sjafrie, N. D. M., Hernawan, U. E., Prayudha, B., Rahmat, R., Supriyadi, I. H., Iswari, M. Y., Suyarso, S., Anggraini, K., & Rahmawati, S. (2018). Status padang lamun Indonesia 2018. In *Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI* (Vol. 53, Issue 9).
- Suharsono. (2008). *Jenis-Jenis Karang Indonesia*.
- Supriyadi, I. H. (2001). Dinamika Estuaria Tropik. *Oseana*, XXVI(4), 1–11. www.oseanografi.lipi.go.id
- Susanto, A. (2019). Strategi Pengelolaan Wilayah Pesisir Kecamatan Kuala Jelai Kabupaten Sukamara Berbasis Integrated Coastal Zone Management (ICZM). *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 3(2), 21–30. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jisa/article/view/1787>
- Tangke, U. (2010). Ekosistem padang lamun (Manfaat, Fungsi dan Rehabilitasi). *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 3(1), 9. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.3.1.9-29>
- Tejakusuma, I. G. (2005). Geologi Lingkungan Estuaria. I *Alami* (Vol. 10, Issue 3, pp. 35–39)
- Tomascik, T, AJ Mah, A Nontji, and MK Moosa. 1997. The Ecology of Indonesian Seas Part Two. Periplus Edition
- Zurba, N. (2018). Pengenalan Padang Lamun, Suatu Ekosistem yang Terlupakan. *Unimal Prezz. Sulawesi*, 53(9), 1–114.

Zurba, N. (2019). Pengenalan Terumbu Karang. *Unimal Press*, 1-128.

Widiyastuti, 2009. Kadar Alginat Rumput Laut yang Tumbuh di Perairan Lombok yang Diekstrak Dengan Dua Metode Ekstraksi. *Jurnal teknologi pertanian*. Vol. 10, NO. 3. Fakultas Pertanian. Universitas Mataram

TENTANG PENULIS



Dr. Ir. Eni Kamal, M.Sc lahir di Kota Sasak, Pasaman tanggal 08 September 1962. Jenjang pendidikan dasar yang ditempuh di SD 01 Jorong Pondok Sasak (tahun 1976) dan di SMPN Simpang Empat (tahun 1979). Kemudian melanjutkan jenjang pendidikan menengah di SMAN Simpang Empat (1982) dan melanjutkan kuliah (S1) di Universitas Bung Hatta mengambil jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan (1988) setelah lulus pendidikan (S1) beliau melanjutkan kuliah (S2) di Universiti Pertanian Malaysia dengan mengambil jurusan Coastal Management (1995) dan selepas itu baru melanjutkan (S3) di Universiti Putra Malaysia jurusan Marine Biology and Ecology (2005). Penulis merupakan staf pengajar di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan pada program studi (S1) pemanfaatan sumberdaya perikanan dan jadi staf pengajar juga pada Pascasarjana Universitas Bung Hatta sampai saat ini. Selain menjadi staf pengajar penulis juga pernah memegang beberapa jabatan yaitu sebagai Sekretaris Pusat Studi Perikanan (1991-1992); Ketua Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan (1995-1997); Manajer Koperasi Keluarga Besar Universitas Bung Hatta (2003-2004); Direktur Pascasarjana Universitas Bung Hatta (2005-2007); Wakil Rektor II Universitas Bung Hatta (2007-2011); Ketua Mitra Bahari Konsorsium Provinsi Sumatera Barat (2014-2019); Ketua Bidang Kebijakan Kelautan dan Perikanan Mitra Bahari Nasional (2015-2018); Anggota Badan Pengurus Yayasan Pendidikan Bung Hatta Bidang Pemeliharaan dan Aset (2014-2018); Koordinator Bidang Kelautan dan Perikanan Dewan Riset (DRD) Provinsi Sumatera Barat (2014-2021); serta juga menjadi Dosen Luar Biasa Pascasarjana Ilmu Lingkungan S2 dan S3 Universitas Padang (2014-sekarang). Selama berkarir menjadi staf pengajar penulis

telah banyak membuat publikasi jurnal penelitian yang bertaraf nasional dan internasional selama 3 tahun terakhir dari (2019-2022) sekitar 24 publikasi yang telah keluar naskah publikasinya. Selain itu penulis juga aktif dalam beberapa kegiatan pengabdian masyarakat dengan kegiatan seperti “Inovasi dan Pengembangan Pertanian Skala Rumah Tangga Dengan Sistem Hidroponik/Aquaponik Di Kota Padang (2019) ; Penanaman Cemara Pantai dan Mangrove Di Sasak Kabupaten Pasaman Barat (2019). Kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilaksanakan selama tahun (2017-2019) adalah sebanyak 7 kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilakukan. Tak hanya aktif dalam kegiatan dalam ruang lingkup kampus saja penulis juga ikut dalam beberapa organisasi diluar dari lingkup kampus. Penulis pernah menjadi ketua pada organisasi Mitra Bahari Indonesia (Nasional) membidangi kebijakan dan program maritim Nasional (2015-2018); Ketua Mitra Bahari Indonesia Regional Sumbar (2015-2017); Ketua Komite Tetao Kelautan dan Perikanan di KADIN Prov. Sumbar (2015-2019); Tim Penilai di Komisi Amdal Provinsi Sumatera Barat (2017-2020). Banyak penghargaan yang telah didapatkan oleh penulis seperti penghargaan sebagai dosen teladan I Fakultas Perikanan (2006); Dosen Teladang II Tingkat Universitas Bung Hatta (2016); Penghargaan atas pengabdian selama 25 tahun sebagai dosen di Lingkup Universitas Bung Hatta (2017); Penghargaan atas Pengabdian Kepala Bidang Aset snggota Badan Pengurus Yayasan Pendidikan Bung Hatta (2018); serta Tokoh Pendidikan Kabupaten Pasaman Barat (2021). Penulis banyak terlibat dalam kegiatan yang berkaitan dengan wilayah pesisir dan laut, wisata bahari, terutama penulis banyak dikenal sebagai ahli mangrove.



Dwieke Putri Wulandari, S.Pi., M.Si lahir di Kota Solok tanggal 22 Desember 1996. Jenjang pendidikan dasar yang ditempuh di SDN 22 Koto Baru Solok (tahun 2004-2009) dan di SMP N 28 Padang (2010-2012). Kemudian melanjutkan jenjang pendidikan SMA di SMA PGRI 1 Padang (2013-2015), setelah lulus SMA penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang kuliah (S1) jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Universitas Bung Hatta (2015-2019). Setelah lulus kuliah S1 penulis melanjutkan (S2) pada program Pascasarjana Jurusan Sumberdaya Perairan Pesisir, dan Kelautan Universitas Bung Hatta (2020-2022). Semasa kuliah penulis juga aktif ikut beberapa organisasi seperti Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Dewan Perwakilan Masyarakat Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Bung Hatta. Setelah wisuda penulis diberi kepercayaan oleh salah satu dosen pengampu mata kuliah yang berada di jurusan pemanfaatan sumberdaya perikanan untuk menjadi "Asisten Dosen" sampai saat ini. Di tengah upaya menjadi asisten dosen, penulis memutuskan untuk melanjutkan studi kuliah Strata Dua (S2) di jurusan "Sumberdaya Perairan, Pesisir, dan Kelautan (SP2K)" di Universitas Bung Hatta pada tahun 2021. Selama masa studi (S2) banyak pengalaman yang didapatkan oleh penulis salah satunya mengikuti seminar internasional dan telah berhasil membuat jurnal internasional dengan indeks (Q-3). Selain itu penulis juga banyak berperan aktif dalam kegiatan seperti baru-baru ini penulis ditunjuk sebagai Notulen pada acara Forum Diskusi Grup (Blue Halo-S).

TIPOLOGI EKOSISTEM

Perairan, Pesisir, dan Kelautan

Secara umum, jenis ekosistem di wilayah pesisir ditinjau dari penggenangan air dan jenis komunitas yang menempatnya dapat dikategorikan menjadi dua ekosistem, yaitu ekosistem yang secara permanen atau tergenang air secara berkala dan ekosistem yang tidak pernah tergenang air. Sedangkan jika ditinjau dari proses terbentuknya, ekosistem wilayah pesisir dapat dikelompokkan menjadi ekosistem yang terbentuk secara alami dan ekosistem yang sengaja dibentuk atau ekosistem buatan.

Jenis ekosistem wilayah pesisir tersebut terbentuk melalui proses alami antara lain ekosistem terumbu karang, hutan mangrove, padang lamun, pantai berpasir, pantai berbatu, pulau-pulau kecil dan laut terbuka, estuaria, laguna dan delta. Sedangkan contoh dari ekosistem yang hampir tidak pernah tergenang air, namun berbentuk secara alami adalah formasi *pescaprae* dan formasi *barringtonia*. Wilayah pesisir juga terdapat ekosistem buatan, seperti tambak, sawah pasang surut, kawasan pariwisata, kawasan industri dan kawasan permukiman

ISBN 978-623-5797-35-9

