



EKOLOGI PERAIRAN

PENULIS:

Agustina, Haryanto Asri, Muhammad Ardiansyah,
Nur Fitriyanti Bulotio, Israwahyudi

EKOLOGI PERAIRAN

**Agustina
Haryanto Asri
Muhammad Ardiansyah
Nur Fitriyanti Bulotio
Israwahyudi**



GET PRESS INDONESIA

EKOLOGI PERAIRAN

Penulis :

Agustina
Haryanto Asri
Muhammad Ardiansyah
Nur Fitriyanti Bulotio
Israwahyudi

ISBN : 978-623-198-617-7

Editor : Mila Sari, M.Si.

Penyunting: Yuliatr Novita, M.Hum.

Desain Sampul dan Tata Letak : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

Penerbit : GETPRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Palarik RT 01 RW 06 Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat

website: www.getpress.co.id
email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahNya, maka Penulisan Buku dengan judul Ekologi Perairan dapat diselesaikan dengan baik atas kerjasama tim penulis. Buku ini terdiri atas 7 topik bahasan diantaranya: Pendahuluan, komunitas ekologi perairan, sistem ekologi (ekosistem), ekologi perairan air tawar, ekologi perairan payau, ekologi perairan laut, penerapan prinsip dasar ekologi dalam upaya pengelolaan sumberdaya hayati perairan.

Buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur yang mudah dipahami.

Padang, Agustus 2023
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Definisi.....	1
1.2 Hubungan Ekologi dengan Ilmu Lainnya	3
1.2.1 Biologi.....	3
1.2.2 Geologi.....	4
1.2.3 Meteorologi dan Klimatologi	4
1.2.4 Kimia	5
1.2.5 Sosiologi dan Antropologi.....	5
1.2.6 Ekonomi Lingkungan	6
1.3 Ekologi Perairan.....	6
1.3.1 Lingkup Ekologi Perairan	7
1.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekosistem Perairan	8
1.3.3 Manfaat Studi Ekologi Perairan.....	10
1.3.4 Tantangan dan Ancaman Ekologi Perairan.....	11
DAFTAR PUSTAKA.....	13
BAB II KOMUNITAS EKOLOGI PERAIRAN.....	15
2.1 Komunitas	15
2.2.1 Struktur Komunitas	15
2.2.2 Interaksi dalam Komunitas.....	16
2.3 Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Perubahan Komunitas	18
2.3.1 Perubahan Iklim dan Cuaca	19
2.3.2 Kualitas Air dan Pencemaran.....	19
2.3.3 Interaksi Antar Spesies	20
2.3.4 Perubahan Habitat	20
2.3.5 Pemanfaatan Sumber Daya	21
2.4 Keanekaragaman Jenis	22
2.5 StrukturKomunitas Makro Invertebrata	24
DAFTAR PUSTAKA.....	26
BAB III SISTEM EKOLOGI (EKOSISTEM)	29
3.3 Pendahuluan	29
3.2 Struktur Ekosistem	30
3.2.1 Komponen Biotik	30
3.2.2 Komponen Abiotik	35
3.3 Keanekaragaman Hayati dalam Ekosistem.....	41
3.3.1 Jenis – Jenis Ekosistem Perairan.....	41
3.3.2 Keterkaitan Keanekaragam Hayati dengan Stabilitas Ekosistem	47
3.3.3 Ancaman dan Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati	48

DAFTAR PUSTAKA.....	51
BAB IV EKOLOGI PERAIRAN AIR TAWAR.....	53
4.1 Pendahuluan	53
4.2 Sejarah Singkat dan Definisi Ekologi.....	55
4.3 Mengenai DAS dan Bentuknya.....	55
4.3.1 Bentuk DAS.....	56
4.4 Memahami Ciri Ciri Ekosistem Air Tawar dan Jenisnya	59
4.4.1 ciri-ciri ekosistem.....	59
4.4.2 Jenis – Jenis Ekosistem	59
DAFTAR PUSTAKA.....	62
BAB V EKOLOGI PERAIRAN PAYAU	63
5.1 Pendahuluan	63
5.2 Karakteristik Perairan Payau.....	64
5.3 Faktor Lingkungan Pembatas Pada Perairan Payau	65
5.4 Peranan Ekologi Perairan Payau	69
5.5 Hutan Mangrove.....	70
5.5.1 Karakteristik Mangrove.....	70
5.5.2 Zonasi mangrove.....	72
5.5.3 Manfaat dan peran mangrove	74
DAFTAR PUSTAKA.....	76
BAB VI EKOLOGI PERAIRAN LAUT	79
6.1 Pendahuluan	79
6.2 Faktor Lingkungan Ekosistem Perairan Laut.....	82
6.6.1 Parameter Fisik	82
6.6.2 Parameter Kimia	85
6.6.3 Parameter Biologis	88
6.3 Jaring Makanan dan Keterkaitan Trofik	89
6.4 Peran Manusia dalam Ekosistem Perairan Laut	92
6.5 Dampak Aktivitas Manusia Terhadap Ekosistem Perairan Laut	92
6.5.1 Pendekatan berkelanjutan dalam memanfaatkan sumberdaya perairan laut	94
6.5.2 Tanggung jawab individu dan masyarakat dalam menjaga keberlanjutan ekosistem perairan laut.....	95
DAFTAR PUSTAKA.....	97
BAB VII PENERAPAN PRINSIP DASAR EKOLOGI DALAM UPAYA PENGELOLAAN SUMBERDAYA HAYATI PERAIRAN	99
7.1 Pendahuluan	99
7.2 Prinsip Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Terhadap Kesejahteraan Masyarakat	100
7.3 Prinsip Keterlibatan Masyarakat Dalam Pengembangan Kawasan Konservasi Laut.....	105

7.4 Prinsip Keseimbangan dalam Upaya Konservasi dan Pemanfaatan Terhadap Pengelolaan Perikanan Tangkap.....	108
7.5 Daya Dukung Lingkungan Dalam Pengembangan Perikanan Budidaya.....	110
7.6 Manajemen Pesisir Terpadu dan Berkelanjutan	114
DAFTAR PUSTAKA.....	119
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Parameter Ekologi Perairan	6
Gambar 1.2. Pencemaran Air di Teluk BimaPenyebab Turunnya Kualitas Perairan.....	10
Gambar 2.1. Contoh Struktur Komunitas Ekosistem Perairan.....	16
Gambar 2.2. Contoh Simbiosis Ikan Nemo dengan AnemonLaut.....	18
Gambar 2.3. Penangkapan Ikan Berlebih (Over Fishing)	22
Gambar 3.1 Reaksi Proses Fotosintesis.....	31
Gambar 3.2 Rantai Makanan Ekosistem Laut.....	33
Gambar 3.3. EkosistemPerairanPayau	43
Gambar 3.4 Ekosistem Perairan Laut.....	45
Gambar 4.1. Sungai (A), Kolam (B), Waduk (C), W etland (D)	54
Gambar 4.2. Bentuk DAS.....	57
Gambar 4.3. Daerah Aliran Sungai	58
Gambar 4.4. sumber daya air keseluruhan global di bumi	58
Gambar 4.5. Ekosistim Lotik.....	60
Gambar 4.6. Ekosistim Lentik	61
Gambar 5.1. Pasang surut	65
Gambar 5.2. Suhu Air	66
Gambar 5.3 Kondisi Arus Air	66
Gambar 5.4 Oksigen Terlarut.....	67
Gambar 5.5 Unsur Hara	68
Gambar 5.6 Contoh Sedimen	69
Gambar 5.7 Jenis Mangrove yang ada di Indonesia.....	71
Gambar 5.8 Jenis Akar Mangrove	72
Gambar 5.9 Zonasi Mangrove	73
Gambar 6.1. Ekosistem Perairan Laut.....	80
Gambar 6.2. Bleaching Terumbu Karang.....	86
Gambar 6.3. Contoh jarring Makanan Perairan Laut.....	90

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Definisi

Ekologi berasal dari bahasa Yunani "oikos" yang berarti "rumah" atau "tempat tinggal" dan "logos" yang berarti "ilmu" atau "pengetahuan". Jadi, secara harfiah, ekologi dapat diartikan sebagai "ilmu tentang rumah" atau "ilmu tentang lingkungan hidup". Istilah "ekologi" pertama kali digunakan oleh Ernst Haeckel, seorang ahli biologi Jerman pada abad ke-19, dalam karyanya yang berjudul "Generelle Morphologie der Organismen" pada tahun 1866.

Ekologi adalah ilmu multidisiplin yang mempelajari interaksi kompleks antara organism hidup dan lingkungannya. Secara lebih spesifik, ekologi mempelajari bagaimana organism hidup beradaptasi dengan lingkungannya, bagaimana mereka berinteraksi satu sama lain, serta bagaimana lingkungan mempengaruhi kelimpahan, distribusi, dan perilaku organism hidup. Ilmu ini berfokus pada pemahaman tentang struktur dan fungsi ekosistem serta proses-proses yang terjadi di dalamnya (bengong, 2006).

Fokus utama ekologi adalah memahami bagaimana organism hidup dan lingkungannya saling berinteraksi dan saling mempengaruhi. Beberapa aspek yang menjadi perhatian utama dalam studi ekologi adalah (Begong, 2006):

1. **Interaksi Organisme dengan Lingkungan:** Ekologi mempelajari bagaimana organism hidup beradaptasi dengan kondisi lingkungan tempat mereka tinggal. Organisme hidup harus dapat bertahan dan

berkembangbiak di lingkungan yang sering kali berubah-ubah. Mereka beradaptasi dengan menggunakan berbagai strategi seperti adaptasi fisiologis, adaptasi morfologi, dan perilaku tertentu untuk bertahan dalam lingkungannya.

2. **Interaksi Antar Spesies:** Studi ekologi juga mencakup interaksi antar spesies dalam suatu ekosistem. Interaksi ini meliputi persaingan untuk sumberdaya, hubungan predator-mangsa, mutualisme, parasitisme, dan komensalisme. Interaksi ini akan mempengaruhi distribusi dan kelimpahan masing-masing spesies dalam ekosistem.
3. **Struktur dan Fungsi Ekosistem:** Ekologi mempelajari struktur dan fungsi ekosistem, yaitu bagaimana komponen-komponen biotik (organisme hidup) dan abiotik (faktor fisik dan kimia) dalam suatu ekosistem saling berhubungan dan bekerja bersama-sama. Ekosistem adalah suatu system kompleks yang mencakup interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan mereka, serta siklus energi dan materi yang terjadi di dalamnya.
4. **Siklus Biogeokimia:** Siklus biogeokimia adalah proses pergerakan dan transformasi unsur-unsur kimia dalam ekosistem. Contohnya, siklus karbon, siklus nitrogen, dan siklus air. Siklus-siklus ini memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan berbagai proses kehidupan.
5. **Suksesi Ekologis:** Suksesi ekologis adalah perubahan dalam komunitas organisme hidup di suatu lokasi dari waktu ke waktu. Proses suksesi ini akan mengarah pada perubahan struktur dan komposisi komunitas, sehingga ekosistem menjadi semakin kompleks dan stabil.
6. **Konservasi dan Pengelolaan Sumber Daya Alam:** Studi ekologi juga berkontribusi pada upaya konservasi dan pengelolaan sumberdaya alam. Pengetahuan tentang ekologi membantu dalam merencanakan dan mengimplementasikan langkah-langkah yang berkelanjutan untuk melindungi keanekaragaman hayati dan ekosistem alami dari kerusakan dan kepunahan.
7. **Ekologi Manusia:** Ekologi juga mengkaji hubungan manusia dengan lingkungannya. Studi ekologi manusia

mencakup dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan, penggunaan sumberdaya alam, dan isu-isu lingkungan seperti perubahan iklim dan degradasi lingkungan.

1.2 Hubungan Ekologi dengan Ilmu Lainnya

Ekologi adalah ilmu yang sangat kompleks karena mencakup berbagai aspek dalam studi tentang interaksi antara organism dengan lingkungannya. Dalam menjalankan fungsinya, ekologi tidak dapat berdiri sendiri, melainkan saling terkait dan berkaitan erat dengan berbagai disiplin ilmu lainnya. Hubungan erat ini memberikan pemahaman yang lebih holistic tentang bagaimana ekosistem bekerja dan bagaimana organism beradaptasi dengan lingkungan. Beberapa ilmu yang memiliki hubungan erat dengan ekologi adalah biologi, geologi, meteorologi dan klimatologi, kimia, sosiologi dan antropologi, serta ekonomi lingkungan (Begon,2006).

1.2.1 Biologi

Biologi adalah ilmu yang mempelajari kehidupan dan organism hidup. Hubungan antara ekologi dan biologi sangat erat karena ekologi merupakan cabang dari biologi. Studi ekologi bergantung pada pemahaman tentang biologi organisme dan bagaimana organism berinteraksi dengan lingkungan alaminya. Pemahaman tentang proses kehidupan, struktur organisme, dan kelompok-kelompok organism membantu dalam memahami bagaimana organism hidup beradaptasi dan bertahan hidup di lingkungan yang berbeda-beda. Misalnya, pemahaman tentang keseimbangan predator-mangsa, kompetisi antar spesies, dan kelimpahan populasi bergantung pada prinsip-prinsip biologi. Ekologi dan biologi saling melengkapi dan memperkaya pemahaman kita tentang kehidupan di bumi.

1.2.2 Geologi

Geologi adalah ilmu yang mempelajari bumi dan proses geologis yang membentuknya. Hubungan ekologi dengan geologi terkait dengan bagaimana struktur geologi dan kondisi fisik lingkungan bumi mempengaruhi kehidupan organisme. Studi geologi membantu dalam memahami sejarah perubahan lingkungan dan bagaimana hal ini memengaruhi evolusi dan adaptasi organisme. Proses geologis seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, dan perubahan iklim dapat mempengaruhi ekosistem dan keberadaan makhluk hidup. Misalnya, formasi gunung, lembah, dan sungai mempengaruhi distribusi dan migrasi makhluk hidup. Dengan pemahaman tentang geologi, ekologi dapat memprediksi dampak dari perubahan geologis pada ekosistem dan membantu dalam upaya konservasi dan pengelolaan lingkungan.

1.2.3 Meteorologi dan Klimatologi

Meteorologi dan klimatologi adalah ilmu yang mempelajari cuaca dan iklim. Hubungan ekologi dengan meteorologi dan klimatologi sangat penting karena cuaca dan iklim mempengaruhi kehidupan organisme. Perubahan iklim global, seperti pemanasan global, mempengaruhi ekosistem dan distribusi makhluk hidup. Misalnya, perubahan suhu dan pola curah hujan dapat menyebabkan perubahan dalam distribusi dan kelimpahan spesies. Studi tentang iklim membantu dalam memahami bagaimana perubahan cuaca dan iklim mempengaruhi keberlanjutan ekosistem dan bagaimana organisme beradaptasi dengan perubahan ini. Ekologi dan meteorologi/ klimatologi bekerja bersama untuk memahami bagaimana perubahan iklim dapat mempengaruhi ekosistem dan bagaimana perubahan ekosistem dapat mempengaruhi iklim.

1.2.4 Kimia

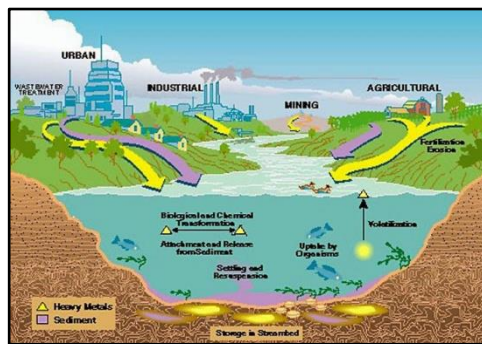
Kimia adalah ilmu yang mempelajari sifat-sifat zat, struktur atom, dan reaksi kimia. Hubungan ekologi dengan kimia terkait dengan bagaimana proses kimia dalam lingkungan mempengaruhi kehidupan organisme. Studi kimia lingkungan membantu dalam memahami perubahan kualitas air, udara, dan tanah akibat polusi dan aktivitas manusia. Kualitas air yang mempengaruhi kelimpahan dan keragaman organisme akuatik dipengaruhi oleh kandungan kimia dalam air, seperti tingkat pH, oksigen terlarut, dan konsentrasi nutrisi. Polusi kimia juga dapat menyebabkan gangguan keseimbangan ekosistem dan menyebabkan kerusakan pada organisme hidup. Dalam studi ekologi, pemahaman tentang kimia lingkungan menjadi penting untuk menganalisis dampak manusia pada ekosistem dan untuk mencari solusi dalam mengatasi masalah lingkungan.

1.2.5 Sosiologi dan Antropologi

Sosiologi adalah ilmu yang mempelajari perilaku manusia dalam masyarakat dan cara manusia berinteraksi satu sama lain. Antropologi adalah ilmu yang mempelajari manusia dalam hubungannya dengan budaya dan lingkungan sosialnya. Hubungan ekologi dengan sosiologi dan antropologi terkait dengan bagaimana aktivitas manusia mempengaruhi lingkungan dan ekosistem. Aktivitas manusia seperti urbanisasi, pertanian, dan industri dapat menyebabkan perubahan dalam struktur ekosistem dan kehilangan habitat alami bagi makhluk hidup. Studi tentang ekologi manusia juga termasuk dalam sosiologi dan antropologi, yang memahami bagaimana manusia berinteraksi dengan lingkungan dan bagaimana perubahan lingkungan mempengaruhi masyarakat dan budaya. Dalam ekologi manusia, faktor sosial, ekonomi, dan budaya dipertimbangkan dalam memahami dampak manusia pada ekosistem dan bagaimana upaya konservasi dan pengelolaan lingkungan dapat melibatkan partisipasi masyarakat.

1.2.6 Ekonomi Lingkungan

Ekonomi lingkungan adalah cabang ekonomi yang mempertimbangkan nilai lingkungan dan jasa ekosistem dalam pengambilan keputusan ekonomi. Hubungan ekologi dengan ekonomi lingkungan terkait dengan bagaimana pemanfaatan sumberdaya alam dan lingkungan mempengaruhi keberlanjutan ekosistem dan masa depan manusia. Dalam ekonomi lingkungan, nilai lingkungan dihitung dan dimasukkan kedalam perhitungan ekonomi untuk menilai dampak dari aktivitas manusia pada lingkungan. Misalnya, penilaian ekonomi dapat dilakukan untuk memahami dampak dari pembangunan infrastruktur pada lingkungan, atau untuk menilai manfaat dari konservasi alam bagi masyarakat. Ekonomi lingkungan membantu dalam memahami bagaimana keputusan ekonomi mempengaruhi lingkungan dan bagaimana upaya konservasi dan pengelolaan lingkungan dapat diintegrasikan dalam kebijakan pembangunan.



Gambar 1.1. Parameter Ekologi Perairan

(Sumber: <https://www.agustyar.com/2015/04/parameter-ekologi-perairan.html>)

1.3 Ekologi Perairan

Ekologi perairan adalah cabang ilmu ekologi yang mempelajari interaksi antara organisme hidup dengan lingkungan perairan. Perairan mencakup berbagai ekosistem seperti laut, sungai, dan danau, serta berbagai bentuk kehidupan yang ada di dalamnya. Studi ekologi perairan sangat penting karena

ekosistem perairan memiliki peranan yang sangat besar dalam menjaga keseimbangan ekosistem global dan menyediakan berbagai sumberdaya bagi manusia dan makhluk hidup lainnya (Carpenter, 2011).

1.3.1 Lingkup Ekologi Perairan

Ekologi perairan mencakup berbagai aspek dalam studi tentang kehidupan di perairan, termasuk interaksi antara organism hidup, sumberdaya alam yang tersedia, dan dinamika lingkungan perairan. Beberapa aspek yang ada dalam ekologi perairan antara lain (Dodss, 2019):

a. Keanekaragaman Hayati

Salah satu focus utama dalam ekologi perairan adalah mengkaji keanekaragaman hayati di dalam perairan. Keanekaragaman hayati mencakup berbagai aspek seperti keberagaman jenis (species richness), kelimpahan populasi (population abundance), dan distribusi spesies (species distribution). Studi keanekaragaman hayati membantu dalam memahami berbagai strategi adaptasi organism hidup dalam berbagai lingkungan perairan.

b. Rantai Makanan dan Jaring Makanan

Rantai makanan dan jaring makanan adalah konsep penting dalam ekologi perairan. Rantai makanan menggambarkan aliran energi dan nutrisi dari satu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya dalam ekosistem perairan. Jaring makanan menggambarkan interaksi kompleks antara berbagai rantai makanan yang saling terhubung dalam ekosistem perairan. Studi tentang rantai makanan dan jaring makanan membantu dalam memahami pola konsumsi dan dinamika populasi di dalam ekosistem perairan.

c. Kualitas Air dan Sumber Daya Perairan

Kualitas air dan ketersediaan sumberdaya perairan merupakan aspek penting dalam ekologi perairan. Kualitas air mencakup berbagai parameter fisika, kimia, dan biologi yang mempengaruhi kehidupan organisme hidup di dalamnya. Sumber daya perairan mencakup berbagai jenis makhluk hidup seperti ikan, krustasea, dan alga yang menjadi sumber pangan bagi manusia dan makhluk hidup lainnya.

d. Perubahan dan Konservasi Ekosistem Perairan

Studi tentang perubahan ekosistem perairan dan upaya konservasi sangat penting dalam ekologi perairan. Perubahan ekosistem perairan dapat disebabkan oleh berbagai factor seperti aktivitas manusia, perubahan iklim, dan polusi. Upaya konservasi bertujuan untuk melindungi dan mempertahankan keberagaman hayati dan keberlanjutan ekosistem perairan.

1.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekosistem Perairan

Ada banyak faktor yang mempengaruhi ekosistem perairan, baik secara alami maupun karena aktivitas manusia. Beberapa faktor yang mempengaruhi ekosistem perairan antara lain:

a. Iklim dan Cuaca

Iklim dan cuaca memiliki peranan penting dalam menentukan kondisi fisik dan kimia di dalam perairan. Suhu air, curah hujan, dan angin dapat mempengaruhi kualitas air dan distribusi organisme hidup di dalamnya. Perubahan iklim global, seperti pemanasan global, juga dapat berdampak pada ekosistem perairan, termasuk tingkat permukaan air laut, suhu permukaan laut, dan pola curah hujan.

b. Geografi dan Topografi

Faktor geografi dan topografi juga mempengaruhi ekosistem perairan. Bentuk dan kedalaman dasar perairan, keberadaan pulau, dan bentuk aliran sungai dapat mempengaruhi distribusi dan kelimpahan makhluk hidup

di dalamnya. Misalnya, terumbu karang hanya ditemukan di perairan dengan suhu yang hangat dan kedalaman yang sesuai (Hunges, 2003).

c. Kualitas Air

Kualitas air sangat penting dalam menjaga kehidupan organism hidup di dalamnya. Parameter kualitas air seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan konsentrasi nutrient dapat mempengaruhi kelimpahan dan distribusi organism akuatik. Pencemaran air oleh limbah industri, pertanian, atau limbah domestik dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan (Gerber, 2016).

d. Sumber Daya Perairan

Sumber daya perairan seperti ikan, udang, dan kerang sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Penangkapan ikan berlebihan dan pemanfaatan sumber daya perairan yang tidak berkelanjutan dapat menyebabkan penurunan populasi dan mengancam keberlanjutan ekosistem perairan.

e. Kegiatan Manusia

Kegiatan manusia seperti penangkapan ikan berlebihan, penambangan, dan pariwisata yang tidak berkelanjutan, juga dapat menyebabkan perubahan drastic dalam komunitas perairan. Penangkapan ikan berlebihan dapat menyebabkan penurunan kelimpahan dan keragaman spesies, serta mengganggu rantai makanan. Pemanfaatan sumber daya perairan yang tidak berkelanjutan juga dapat menyebabkan kerusakan habitat dan mengancam kelangsungan hidup spesies tertentu (Worm, 2006).



Gambar 1.2. Pencemaran Air di Teluk Bima Penyebab Turunnya Kualitas Perairan
(Sumber : www.detik.com)

1.3.3 Manfaat Studi Ekologi Perairan

Studi ekologi perairan memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia dan lingkungan secara keseluruhan. Beberapa manfaat dari studi ekologi perairan antara lain:

a. Pengelolaan Sumber Daya Perairan

Studi ekologi perairan membantu dalam pengelolaan sumber daya perairan secara berkelanjutan. Dengan memahami dinamika populasi dan rantai makanan di dalam ekosistem perairan, kegiatan penangkapan ikan dan pemanfaatan sumber daya perairan lainnya dapat diatur agar tidak berlebihan dan merusak ekosistem perairan.

b. Konservasi dan Pelestarian Ekosistem

Studi ekologi perairan juga penting dalam upaya konservasi dan pelestarian ekosistem perairan yang rentan terhadap perubahan dan kerusakan. Dengan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi keseimbangan ekosistem

perairan, langkah-langkah konservasi dapat diambil untuk melindungi keanekaragaman hayati dan habitat alami bagi makhluk hidup di dalamnya.

c. Pengelolaan Bencana dan Perubahan Iklim

Ekosistem perairan juga memiliki peranan penting dalam pengelolaan bencana dan perubahan iklim. Perairan seperti sungai dan laut dapat menjadi jalur aliran air saat terjadi banjir atau tsunami. Studi ekologi perairan membantu dalam pemahaman tentang dampak perubahan iklim pada ekosistem perairan dan upaya mitigasi untuk mengurangi dampaknya.

d. Konservasi Keanekaragaman Hayati

Ekosistem perairan merupakan salah satu tempat dengan keanekaragaman hayati yang tinggi. Studi ekologi perairan membantu dalam pengenalan dan pelestarian spesies-spesies langka dan endemik yang hidup di dalamnya. Upaya konservasi keanekaragaman hayati di perairan penting untuk melindungi spesies-spesies yang terancam punah dan mempertahankan keseimbangan ekosistem.

1.3.4 Tantangan dan Ancaman Ekologi Perairan

Meskipun memiliki banyak manfaat, ekosistem perairan juga menghadapi banyak tantangan dan ancaman. Beberapa tantangan dan ancaman yang dihadapi oleh ekosistem perairan antara lain:

a. Pencemaran Air

Pencemaran air oleh limbah industri, pertanian, dan limbah domestik adalah salah satu tantangan besar bagi ekosistem perairan. Pencemaran air dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan kematian massal organisme hidup di dalamnya.

b. Perubahan Iklim

Perubahan iklim global, seperti pemanasan global dan peningkatan suhu permukaan laut, juga dapat berdampak pada ekosistem perairan. Perubahan iklim dapat menyebabkan pencairan es di kutub, yang pada gilirannya meningkatkan ketinggian permukaan laut dan mengubah ketersediaan air tawar di estuari dan delta.

c. Kehilangan Habitat dan Reklamasi Lahan

Kehilangan habitat dan reklamasi lahan untuk pembangunan manusia juga menjadi ancaman bagi ekosistem perairan. Penebangan hutan, reklamasi pantai, dan perubahan bentuk aliran sungai dapat mengubah ekosistem perairan dan menyebabkan perubahan dalam komposisi dan kelimpahan spesies.

d. Overfishing dan Overexploitation

Penangkapan ikan berlebihan dan pemanfaatan sumber daya perairan yang tidak berkelanjutan juga menjadi ancaman bagi ekosistem perairan. Overfishing dapat menyebabkan penurunan populasi ikan dan mengancam keberlanjutan ekosistem perairan.

e. Invasi Spesies Asing

Masuknya spesies asing ke dalam ekosistem perairan juga menjadi ancaman. Spesies asing yang tidak memiliki predator alami dapat menimbulkan dampak negatif pada ekosistem perairan dan menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati.

DAFTAR PUSTAKA

- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Wiley-Blackwell.
- Carpenter, S. R., & Lodge, D. M. (Eds.). (2011). *Freshwater ecology: concepts and environmental applications*. Academic Press.
- Dodds, W.K. (2019). *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications*. Academic Press.
- Gerber, N., & Scheidegger, R. (2016). The impact of industrial pollution on the aquatic ecosystem: a case study from the Bay of Bengal. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(4), 67.
- Hughes, T.P., Baird, A.H., Bellwood, D.R., Card, M., Connolly, S.R., Folke, C., ... & Wilson, S.K. (2003). Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*, 301(5635), 929-933.
- Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., ... & Watson, R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800), 787-790

BAB II

KOMUNITAS EKOLOGI PERAIRAN

2.1 Komunitas

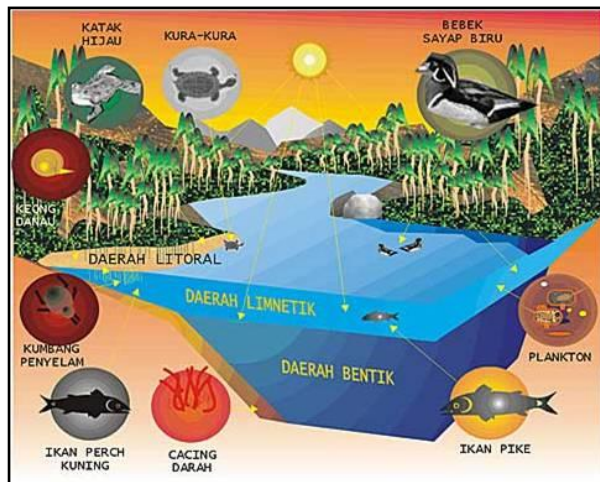
Komunitas merupakan bagian penting dari ekosistem, mencakup kelompok organisme yang hidup dan berinteraksi di suatu wilayah tertentu. Konsep komunitas merujuk pada kumpulan spesies yang saling terhubung dan berdampingan, membentuk suatu jaringan kehidupan yang kompleks. Komunitas merupakan himpunan berbagai organisme yang berinteraksi dan hidup bersama di suatu habitat tertentu.

Organisme-organisme tersebut dapat mencakup berbagai tingkat trofik dan spesies, dari produsen seperti tumbuhan, hingga konsumen seperti hewan herbivora dan karnivora. Interaksi antar spesies, termasuk persaingan dan simbiosis, merupakan bagian integral dari komunitas. Komunitas dapat berupa makro komunitas, seperti hutan atau hamparan padang rumput, atau mikro komunitas, seperti bakteri yang hidup di tanah atau di permukaan daun. Dalam ekosistem, berbagai komunitas berkontribusi pada keseimbangan lingkungan dan menjaga stabilitas ekosistem.

2.2.1 Struktur Komunitas

Struktur komunitas perairan mencakup organisasi dan komposisi berbagai spesies yang hidup di ekosistem perairan, seperti laut, sungai, dan danau. Keanekaragaman hayati dan interaksi antar spesies dalam komunitas perairan berperan penting dalam menjaga stabilitas dan kesehatan ekosistem perairan (Belwood et al., 2004).

Perairan merupakan salah satu ekosistem yang paling kaya akan keanekaragaman hayati. Di dalamnya, terdapat berbagai tingkat trofik, mulai dari fitoplankton sebagai produsen primer, hingga ikan, burung laut, dan mamalia laut sebagai konsumen tingkat tinggi. Keanekaragaman hayati ini memastikan bahwa berbagai peran ekologis dalam ekosistem terisi dan berfungsi dengan baik. Dalam ekosistem perairan, keanekaragaman hayati berperan penting dalam menjaga keseimbangan alami dan memberikan ketahanan terhadap perubahan lingkungan. Jika ada gangguan atau perubahan kondisi lingkungan tertentu, komunitas perairan yang beragam akan lebih cenderung bertahan dan pulih dari gangguan tersebut (Kartamihardja, 2019).



Gambar 2.1. Contoh Struktur Komunitas Ekosistem Perairan

2.2.2 Interaksi dalam Komunitas

Interaksi komunitas perairan merupakan dinamika yang kompleks antara berbagai spesies yang hidup di ekosistem perairan, termasuk laut, sungai, dan danau. Interaksi ini memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan kelangsungan hidup berbagai organisme. Berikut

adalah tiga bentuk interaksi komunitas perairan yang umum, yaitu persaingan, predasi, dan symbiosis (Mukti, 2017).

a. *Persaingan dalam Komunitas Perairan*

Persaingan terjadi ketika dua atau lebih spesies bersaing untuk sumber daya yang terbatas dalam lingkungan perairan, seperti makanan, ruang hidup, atau sinar matahari. Spesies yang memiliki kebutuhan yang serupa akan bersaing untuk mendapatkan sumber daya tersebut, dan sering kali satu spesies akan lebih berhasil dalam mendominasi sumber daya dari pada spesies lainnya. Persaingan ini dapat menyebabkan penurunan kelimpahan populasi bagi spesies yang kalah dalam persaingan. Contoh persaingan dalam komunitas perairan adalah persaingan antara dua spesies ikan yang memiliki pola makan yang sama di suatu perairan yang terbatas sumber dayanya. Spesies yang lebih efisien dalam mendapatkan makanan akan mendominasi dan mengalahkan spesies yang kurang efisien.

b. *Predasi dalam Komunitas Perairan*

Predasi adalah interaksi antara konsumen dan mangsa dalam ekosistem perairan. Dalam predasi, predator memangsa mangsa untuk mencari makanan. Interaksi predator-mangsa ini merupakan salah satu mekanisme penting dalam mengatur kelimpahan dan distribusi populasi di dalam ekosistem perairan.

Contoh predasi dalam komunitas perairan adalah ikan predator yang memangsa plankton atau ikan-ikan kecil, sehingga membantu mengendalikan populasi mangsa dan menjaga keseimbangan trofik dalam ekosistem perairan.

c. *Simbiosis dalam Komunitas Perairan*

Simbiosis adalah hubungan mutualisme, komensalisme, atau parasitisme antara dua spesies yang hidup bersama. Simbiosis dapat memberikan manfaat bagi kedua spesies, atau salah satu spesies mendapatkan manfaat sementara spesies lainnya tidak terpengaruh atau bahkan merugikan.



Gambar 2.2. Contoh Simbiosis Ikan Nemo dengan AnemonLaut

(Sumber:<https://kumparan.com/>)

Contoh simbiosis dalam komunitas perairan adalah hubungan mutualisme antara ikan nemo dengan anemone laut. Simbiosis ikan nemo dengan anemone laut adalah contoh hubungan mutualisme dalam ekosistem perairan. Ikan nemo, atau ikan badut, hidup berdampingan dengan anemone laut tanpa merugikan satu sama lain. Anemone laut menyediakan tempat perlindungan bagi ikan nemo di antara tentakelnya yang berbisa, sehingga melindungi ikan dari predator. Sebaliknya, ikan nemo memberikan manfaat bagi anemone laut dengan membersihkan sisa makanan dan mengusir hewan-hewan kecil yang dapat merugikan anemone laut. Kotoran dari ikan nemo juga menjadi sumber nutrisi bagi anemone laut. Simbiosis ini menciptakan hubungan saling menguntungkan, sehingga keduanya dapat hidup harmonis dalam ekosistem perairan.

2.3 Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Perubahan Komunitas

Perairan, termasuk laut, sungai, dan danau, merupakan ekosistem yang kompleks dan sensitive terhadap berbagai faktor lingkungan. Perubahan dalam komunitas perairan merupakan

fenomena alami yang terjadi sebagai respons terhadap berbagai tekanan dan interaksi antara faktor abiotik dan biotik. Faktor-faktor ini berperan penting dalam membentuk dan mengatur struktur ekosistem perairan, serta mempengaruhi kelimpahan dan keragaman hayati di dalamnya. Berikut adalah beberapa faktor utama yang mempengaruhi perubahan komunitas perairan, serta dampaknya terhadap keberlanjutan ekosistem perairan :

2.3.1 Perubahan Iklim dan Cuaca

Perubahan iklim global menjadi salah satu factor utama yang mempengaruhi ekosistem perairan. Peningkatan suhu permukaan laut, perubahan pola curah hujan, dan frekuensi bencana alam seperti banjir dan kekeringan telah mempengaruhi ekosistem perairan di berbagai belahan dunia. Pemanasan global menyebabkan pencairan es di kutub, yang pada gilirannya meningkatkan ketinggian permukaan laut dan mengubah ketersediaan air tawar di estuari dan delta. Perubahan pola curah hujan juga berdampak pada ketersediaan air di sungai dan danau, serta mempengaruhi suhu dan salinitas perairan. Hal ini dapat mengakibatkan perubahan distribusi dan kelimpahan spesies, migrasi, dan perubahan dalam rantai makanan (Bindoff, 2013).

2.3.2 Kualitas Air dan Pencemaran

Kualitas air merupakan factor penting dalam menjaga kesehatan ekosistem perairan. Pencemaran dari limbah industri, pertanian, atau limbah domestik dapat menyebabkan penurunan kualitas air, berupa peningkatan kadar nutrisi (eutrofikasi) dan bahan kimia beracun. Eutrofikasi menyebabkan pertumbuhan alga yang berlebihan, yang pada gilirannya mengurangi kualitas air dan menyebabkan berkurangnya oksigen di dalam air (anoksia) akibat dekomposisi alga yang berlebihan. Penurunan oksigen dapat menyebabkan kematian massal organisme di

perairan, mengganggu rantai makanan, dan mengubah struktur komunitas perairan (Smith, 1999).

2.3.3 Interaksi Antar Spesies

Interaksi antar spesies, seperti persaingan dan predasi, merupakan mekanisme penting dalam mengatur kelimpahan dan distribusi populasi di dalam komunitas perairan. Persaingan terjadi ketika spesies bersaing untuk sumber daya yang terbatas, seperti makanan, tempat bertelur, atau ruang hidup. Persaingan dapat mengakibatkan dominasi spesies tertentu dan mengurangi kelimpahan spesies lainnya. Sementara itu, predasi adalah proses di mana konsumen memangsa mangsa untuk mencari makanan. Interaksi predator-mangsa ini penting dalam menjaga keseimbangan trofik dan mencegah ledakan populasi yang berlebihan (Connell, 1983).

2.3.4 Perubahan Habitat

Perubahan dalam struktur habitat merupakan factor kunci yang mempengaruhi komunitas perairan secara signifikan. Aktivitas manusia seperti penebangan hutan, reklamasi pantai, dan perubahan bentuk aliran sungai dapat menyebabkan perubahan besar pada ekosistem perairan. Pengurangan habitat alami dan penghancuran ekosistem pesisir mengancam kelangsungan hidup banyak spesies perairan yang menggantungkan hidupnya pada habitat tersebut.

Selain itu, perubahan dalam bentuk aliran sungai juga berdampak pada ketersediaan sumber daya bagi organism perairan. Kecepatan aliran air yang berubah dapat mempengaruhi kemampuan organism untuk bergerak, mencari makanan, dan berkembang biak. Perubahan dalam struktur habitat perairan harus dikelola dengan bijaksana untuk menjaga keberlanjutan dan keseimbangan ekosistem. Perlindungan habitat alami dan ekosistem pesisir, serta pengaturan yang tepat terhadap perubahan bentuk aliran sungai, menjadi langkah

penting untuk menjaga kelimpahan dan keragaman spesies di komunitas perairan. Upaya kolaboratif antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta juga sangat diperlukan untuk menjaga ekosistem perairan yang sehat dan lestari bagi generasi mendatang.

2.3.5 Pemanfaatan Sumber Daya

Aktivitas manusia seperti penangkapan ikan berlebihan, penambangan, dan pariwisata yang tidak berkelanjutan memiliki dampak serius pada komunitas perairan. Penangkapan ikan yang berlebihan, terutama jika tidak diatur dengan baik, dapat menyebabkan penurunan drastis dalam kelimpahan dan keragaman spesies ikan di perairan. Akibatnya, populasi ikan tertentu bisa mengalami penurunan yang signifikan, bahkan sampai pada tingkat kepunahan.



Gambar 2.3. Penangkapan Ikan Berlebih (Over Fishing)

(Sumber :https://id.wikipedia.org/wiki/Penangkapan_ikan_berlebih)

Selain itu, aktivitas penambangan juga dapat menyebabkan kerusakan habitat perairan. Penambangan pasir, kerikil, atau batu di dasar sungai atau laut dapat mengganggu ekosistem dan mengurangi ketersediaan habitat bagi berbagai makro

invertebrate dan ikan yang menggantungkan hidupnya pada lingkungan bawah air.

Pariwisata yang tidak berkelanjutan juga menjadi ancaman serius bagi komunitas perairan. Peningkatan kunjungan wisatawan ke daerah pesisir atau pulau-pulau dapat menyebabkan kerusakan terhadap ekosistem pesisir seperti terumbu karang. Kegiatan snorkeling, diving, atau kapal pesiar yang tidak diatur dengan baik dapat menyebabkan kerusakan fisik pada terumbu karang dan mengganggu habitat ikan dan biota lainnya.

Perubahan drastis dalam komunitas perairan dapat memiliki konsekuensi ekologis yang luas. Pengurangan populasi ikan predator, misalnya, dapat menyebabkan ledakan populasi ikan mangsa, yang pada gilirannya dapat mengganggu keselarasan ekosistem perairan. Selain itu, hilangnya spesies tertentu dalam komunitas perairan juga dapat menyebabkan gangguan dalam rantai makanan, sehingga mengubah struktur dan fungsi ekosistem secara keseluruhan.

Dalam menghadapi masalah ini, perlindungan dan pengelolaan berkelanjutan terhadap ekosistem perairan sangatlah penting. Pengaturan penangkapan ikan yang bijaksana, penanganan yang tepat terhadap aktivitas penambangan, dan pengelolaan pariwisata yang berkelanjutan dapat membantu menjaga kesehatan dan keberlanjutan komunitas perairan. Dukungan dan partisipasi dari pemerintah, masyarakat, dan berbagai pemangku kepentingan lainnya adalah kunci untuk menjaga ekosistem perairan yang lestari dan beragam.

2.4 Keanekaragaman Jenis

Keanekaragaman adalah suatu bentuk variasi yang terdapat di antara anggota-anggota yang ada dalam suatu kelompok. Menurut Mc Naughton & Wolf (1998), dalam konteks ekologi, keanekaragaman mengacu pada variasi jenis-jenis yang ada.

Keanekaragaman jenis adalah suatu karakteristik atau cirri dari tingkatan komunitas berdasarkan organisasi biologisnya, yang dapat digunakan untuk menggambarkan struktur komunitas (Barbour et al., 1999).

Mc Naughton & Wolf (1998) lebih lanjut menjelaskan bahwa keanekaragaman jenis dapat diukur berdasarkan jumlah jenis dalam suatu komunitas dan kelimpahan relatifnya. Pengukuran ini didasarkan pada asumsi bahwa populasi dari berbagai jenis yang ada di dalam suatu komunitas berinteraksi satu sama lain dalam lingkungan dengan berbagai cara, yang menghasilkan jumlah jenis yang beragam serta kelimpahan relative masing-masing jenis. Keanekaragaman jenis terdiri dari dua komponen utama, yaitu kekayaan (richness) jenis yang mencerminkan jumlah jenis yang ada, dan pemerataan (evenness dan equitability) jenis yang mencerminkan distribusi kelimpahan relative dari setiap jenis (Mc Naughton & Wolf, 1998).

Lebih lanjut, Odum (1994) menjelaskan bahwa dua komponen keanekaragaman jenis tersebut dapat memberikan reaksi yang berbeda terhadap faktor-faktor geografis, perkembangan, atau fisik. Artinya, variasi dalam jumlah jenis dan distribusi kelimpahan relatifnya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan proses alamiah yang terjadi dalam suatu ekosistem.

Dengan demikian, keanekaragaman jenis merupakan sebuah konsep yang penting dalam ekologi karena menggambarkan variasi dan distribusi kehidupan di dalam suatu komunitas atau ekosistem. Variasi ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, dan pemahaman tentang keanekaragaman jenis membantu dalam memahami struktur dan interaksi dalam komunitas perairan serta mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kelimpahan dan keberagaman spesies di dalamnya.

2.5 Struktur Komunitas Makro Invertebrata

Makro invertebrate adalah kelompok hewan tanpa tulang belakang yang hidup di dasar air laut atau sungai dan menempel pada air atau lumpur. Menurut Michael (1995), makro invertebrate merupakan organism akuatik yang hidup di atas atau di dalam substrat atau dasar sungai, dan ukurannya cukup besar untuk dilihat dengan mata telanjang. Makro invertebrate memiliki ukuran mulai dari $< 0,1$ mm hingga sekitar 3-5 cm ketika dewasa.

Makro invertebrate perairan memiliki beberapa sifat penting seperti peka terhadap perubahan kualitas perairan, ditemukan hampir di semua perairan, memiliki banyak jenis dan respon yang berbeda terhadap gangguan lingkungan, dapat digunakan sebagai petunjuk pencemaran karena mobilitasnya yang terbatas, mudah dikumpulkan dan diidentifikasi, serta pengambilan sampelnya dapat dilakukan dengan mudah menggunakan alat sederhana tanpa pengaruh terhadap makhluk hidup lainnya.

Komponen penyusun ekosistem air laut meliputi Polychaeta, Crustacea, Mollusca, serta Gastropoda lebih dominan dibandingkan organisme lain (Ruswahyuni, 2010). Keanekaragaman jenis makro invertebrate dapat menjadi acuan untuk menentukan kualitas perairan. Makro invertebrate juga sering digunakan sebagai indikator ekologis untuk memantau kualitas air karena sensitive terhadap perubahan lingkungan perairan (Sinaga, 2009). Pencemaran bahan organik atau pencemaran kimia dapat mempengaruhi kelangsungan hidup makro invertebrate yang rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan (Odum, 1994).

Makro invertebrate juga dapat dibagi berdasarkan daya toleransinya terhadap pencemaran. Jenis intoleran memiliki saran toleransi yang kecil terhadap pencemaran dan hanya hidup di perairan dengan tingkat pencemaran minim. Beberapa contoh

dari kelompok ini adalah Ephemeroptera (Mayfly) yang memiliki kelimpahan tinggi dalam lingkungan yang dingin, berarus sedang hingga deras, dan berbatu. Suku Baetidae termasuk jenis yang memiliki toleransi tinggi terhadap pencemaran ringan, tetapi akan mengalami penurunan kelimpahan apabila terjadi sedimentasi dan polusi organik karena memerlukan banyak oksigen (Mc Naughton dan Larry, 1998).

Pemantauan kualitas air dapat dilakukan dengan menggunakan parameter fisika, kimia, dan biologi, di mana indikator biologi seperti makro invertebrate sangat penting dalam memantau perubahan keseimbangan ekologi akibat pengaruh limbah (Sastrawijaya, 2000). Makro invertebrate menjadi pilihan ideal sebagai indikator biologi karena hidupnya di perairan sepanjang waktu, sehingga dapat mengakumulasi dan menimbun bahan pencemar. Peningkatan pencemaran dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman jenis dan kompleksitas rantai makanan, kecuali jika terjadi penyuburan (Sastrawijaya, 2000). Oleh karena itu, makro invertebrate digunakan sebagai indikator biologi untuk memantau kualitas air akuatik.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbour, M.G., J.A.Burk, & W. D. Pitts. 1999. *Terrestrial Plant Ecology*. Third Ed. California: An. Imprint of Addison Wesley Longman, Inc Metro Park California (p.186 – 190).
- Bellwood, D. R., Hughes, T. P., Folke, C., &Nyström, M. (2004). "Confronting the coral reef crisis." *Nature*, 429(6994), 827-833.
- Bindoff, N. L., Stott, P. A., AchutaRao, K. M., Allen, M. R., Gillett, N., Gutzler, D., ... & Zheng, X. (2013). "Detection and attribution of climate change: from global to regional." In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Connell, J. H. (1983). "On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiments." *The American Naturalist*, 122(5), 661-696.
- Kartamihardja, E. S., Prasetyo, L. B., &Kusmana, C. (2019). "Keanekaragaman Fitoplankton dan Hubungannya dengan Kualitas Perairan di Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat." *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 25(3), 213-225
- McNaughton. S.J., Larry L. Wolf, 1998, *Ekologi Umum*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Michael, P. 1995. *MetodeEkologiuntukPenyelidikanLadang dan Laboratorium*. Jakarta: UI Press.
- Mukti, A. T., &Tjahjaningsih, W. (2017). "InteraksiKomunitasIlkan di Perairan Pantai DesaTambakrejo, KecamatanBantur, Kabupaten Malang." *JurnalKelautanTropis*, 20(2), 93-100.
- Odum, E.P. 1994. *Dasar-dasarEkologi*. EdisiKetiga. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta (Penerjemah Tjahjono Samingar).

- Ruswahyuni. (2010). Populasi dan Keanekaragaman Hewan Makrobenthos pada Perairan Tertutup dan Terbuka di TelukAwur, Jepara. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. 2(1): halaman 11-20.
- Sinaga, T. 2009. Keanekaragaman Makro zoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Kabupaten Toba Samusir. Tesis. Medan. USU.
- Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). "Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems." *Environmental Pollution*, 100(1-3), 179-196.

BAB III

SISTEM EKOLOGI (EKOSISTEM)

3.3 Pendahuluan

Sistem ekologi adalah bidang studi yang luas dan penting dalam ilmu ekologi. Ernst Haeckel (1834 - 1919), seorang ahli biologi Jerman, memperkenalkan istilah "ekologi." Istilah ini berasal dari bahasa Yunani, yaitu "oikos" yang berarti rumah atau tempat tinggal, dan "logos" yang berarti ilmu. Menurut Smith (2012), ekologi adalah cabang ilmu yang memfokuskan pada interaksi kompleks antara organism hidup (biotik) dengan lingkungannya (abiotik), termasuk manusia. Ilmu ekologi membahas bagaimana organism beradaptasi dengan lingkungannya, perubahan populasi dan interaksi antar organisme, serta pergerakan energi dan materi dalam system ekosistem. Selain itu, studi ekologi juga mencakup analisis struktur ekosistem, pola distribusi dan kelimpahan spesies, serta dampak yang diakibatkan oleh manusia terhadap lingkungan.

Ekosistem merupakan unit dasar dalam studi ekologi yang mencakup komunitas organism hidup dan lingkungan fisik di suatu wilayah tertentu. Dalam ekosistem, organism hidup saling berinteraksi satu sama lain dan dengan lingkungan fisik, membentuk suatu kesatuan yang dinamis dan saling mempengaruhi (Odum, 1953).

Pentingnya konsep ekosistem dalam ekologi tidak dapat diabaikan. Melalui pemahaman tentang ekosistem, kita dapat mengeksplorasi bagaimana organism hidup beradaptasi dengan lingkungan mereka dan bagaimana keseimbangan ekologis dijaga. Dalam tingkatan ekosistem, kita mempelajari peran

penting produsen, seperti tumbuhan, yang menghasilkan makanan melalui fotosintesis dan menjadi dasar rantai makanan. Konsumen, seperti hewan pemakan tumbuhan dan pemakan daging, memanfaatkan makanan dari produsen, dan decomposer membantu mencerna sisa-sisa organisme yang mati, menjaga siklus materi dalam ekosistem.

Selain itu, dalam pendekatan ekosistem, kita juga harus mempertimbangkan dampak manusia terhadap lingkungan. Aktivitas manusia, seperti deforestasi, urbanisasi, dan polusi, dapat menyebabkan perubahan drastic dalam ekosistem dan mengancam keseimbangan ekologis. Oleh karena itu, pengelolaan ekosistem berkelanjutan menjadi krusial dalam upaya untuk melestarikan keanekaragamanhayati dan menjaga kualitas lingkungan untuk generasi mendatang.

3.2 Struktur Ekosistem

Struktur ekosistem mencakup komponen biotik (makhluk hidup) dan abiotik (lingkungan fisik) yang saling berinteraksi dan membentuk suatu kesatuan yang kompleks. Komponen biotic melibatkan produsen, konsumen, dan dekomposer, sementara komponen abiotik mencakup lingkungan fisik, factor iklim, dan bahan biogeokimia. Interaksi antara komponen-komponen ini menjadi dasar penting dalam memahami bagaimana ekosistem berfungsi dan menjaga keseimbangan alam. Berikut adalah penjelasan mengenai komponen biotik dan abiotik :

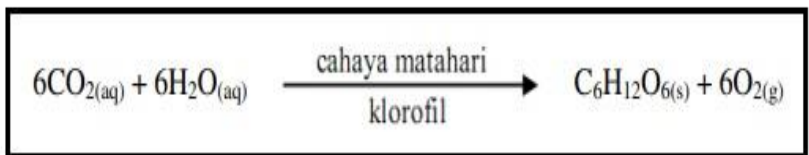
3.2.1 Komponen Biotik

Faktor biotic mencakup semua bentuk kehidupan di bumi, termasuk tumbuhan dan hewan. Dalam ilmu ekologi, tumbuhan memiliki peran sebagai produsen, sementara hewan berfungsi sebagai konsumen, dan mikroorganisme bertugas sebagai decomposer atau pengurai. Komponen biotik yang ada dalam

suatu ekosistem dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama berdasarkan fungsinya, yaitu:

a. Produsen

Tumbuhan hijau dan beberapa jenis mikroorganisme memainkan peran yang sangat penting sebagai produsen dalam ekosistem. Menurut Odum (1953), produsen adalah kelompok organisme yang memiliki kemampuan untuk menciptakan makanan sendiri menggunakan sumber energi yang tersedia di lingkungan sekitar mereka. Kemampuan mereka adalah melakukan fotosintesis, yaitu mengubah energi matahari menjadi glukosa dan oksigen, menjadi fondasi bagi seluruh kehidupan di Bumi. Proses fotosintesis dimulai ketika sinar matahari diserap oleh pigmen hijau yang dikenal sebagai klorofil di dalam sel-sel tumbuhan. Energi dari sinar matahari ini digunakan untuk merubah karbon dioksida (CO_2) dari udara dan air (H_2O) dari tanah menjadi glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dan oksigen (O_2). Glukosa yang dihasilkan oleh tumbuhan menjadi dasar rantai makanan di ekosistem. Sebagai produsen utama, tumbuhan menyediakan sumberdaya energi yang penting bagi organisme lain dalam ekosistem.



Gambar 3.1 Reaksi Proses Fotosintesis

(Sumber : <https://www.kajianpustaka.com>)

Rantai makanan dimulai dengan tumbuhan yang menghasilkan glukosa melalui fotosintesis. Organisme herbivora, seperti beberapa hewan pemakan tumbuhan, memanfaatkan hasil fotosintesis tumbuhan sebagai makanan mereka. Ketika hewan herbivore tersebut dimakan oleh konsumen lain dalam rantai makanan, energy dari glukosa tadi akan ditransfer ke konsumen tersebut. Begitu seterusnya, energy mengalir melalui rantai

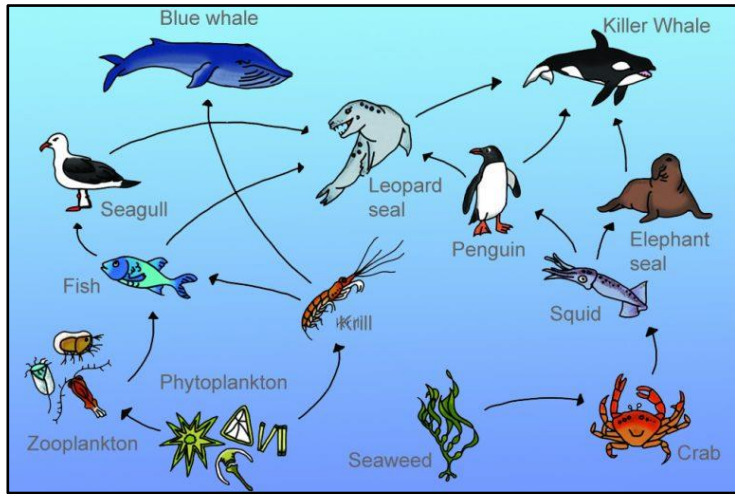
makanan, menggerakkan kehidupan di setiap tingkat antrofik dalam ekosistem.

Fotosintesis juga berperan dalam produksi oksigen, yang merupakan gas vital bagi kehidupan di Bumi. Oksigen dihasilkan sebagai produk sampingan dari fotosintesis dan digunakan oleh hampir semua organisme untuk bernapas. Tanpa oksigen yang dihasilkan oleh tumbuhan, kehidupan di Bumi tidak akan bisa bertahan. Selain itu, proses fotosintesis membantu mengurangi konsentrasi karbondioksida (CO_2) di atmosfer, yang merupakan salah satu gas rumah kaca utama yang menyebabkan perubahan iklim.

Keberadaan tumbuhan dan mikroorganisme produsen ini juga memberikan kontribusi besar dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Mereka tidak hanya menjadi sumber energi bagi konsumen lain dalam rantai makanan, tetapi juga berperan dalam siklus nutrisi dan penguraian bahan organik. Mikroorganisme dekomposer membantu mencerna bahan organik yang mati, mengembalikan nutrisi ke dalam tanah, dan membuatnya tersedia untuk tumbuhan produsen selanjutnya.

b. Konsumen

Konsumen atau heterotrof adalah organisme yang mendapatkan energi dengan memakan organisme lain. Menurut Odum (1953), konsumen dalam ekosistem adalah kelompok organisme yang memanfaatkan makanan yang dihasilkan oleh produsen untuk memperoleh energi dan nutrisi yang mereka butuhkan. Konsumen dibagi menjadi beberapa tingkat trofik berdasarkan posisi mereka dalam jaring makanan. Konsumen tingkat pertama atau herbivore adalah organisme yang memakan tumbuhan atau produsen. Konsumen tingkat kedua atau karnivora adalah organisme yang memakan konsumen tingkat pertama. Ada juga konsumen tingkat lebih tinggi, seperti pemangsa puncak, yang menduduki posisi teratas dalam rantai makanan.



Gambar 3.2 Rantai Makanan Ekosistem Laut

(Sumber : scienceabc.com)

Produsen, seperti tumbuhan hijau, memproduksi makanan melalui fotosintesis dengan menggunakan energy matahari untuk mengubah karbondioksida dan air menjadi glukosa dan oksigen. Konsumen kemudian memanfaatkan glukosa dan bahan organik lainnya yang dihasilkan oleh produsen sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidup mereka.

Peran konsumen dalam ekosistem sangat penting untuk menjaga keseimbangan alam dan menjaga kelangsungan hidup seluruh makhluk di dalamnya. Sebagai predator, konsumen berfungsi sebagai control alami terhadap populasi produsen dan organisme lain dalam rantai makanan. Jika populasi konsumen tingkat pertama meningkat, misalnya, maka konsumsi terhadap tumbuhan hijau juga akan meningkat. Hal ini dapat menyebabkan penurunan populasi tumbuhan atau produsen lainnya dalam ekosistem tersebut. Jika populasi konsumen tingkat kedua atau tingkat ketiga mengalami penurunan, maka konsumen tingkat pertama dapat menjadi berlebihan dan berdampak negatif pada kelangsungan ekosistem secara keseluruhan.

Selain sebagai pengontrol populasi, konsumen juga berperan dalam mentransfer energi dan nutrisi dalam rantai makanan. Ketika konsumen memakan tumbuhan atau organism lain, mereka mendapatkan energi dari makanan tersebut. Energi ini kemudian digunakan untuk kehidupan sehari-hari, seperti berburu, mencari makan, berkembangbiak, dan menjalani kegiatan lainnya. Sebagian energi yang diperoleh oleh konsumen digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tubuh mereka, sedangkan sisanya akan diubah menjadi panas dan dilepaskan ke lingkungan sebagai panas terbuang. Energi yang terus ditransfer melalui rantai makanan ini menjadi dasar bagi kelangsungan hidup organisme di berbagai tingkatan trofik.

Pentingnya peran konsumen dalam ekosistem juga berhubungan dengan keseimbangan alam. Ketika populasi konsumen tertentu menjadi berkurang atau bahkan punah, dapat menyebabkan perubahan drastis dalam rantai makanan dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Gangguan semacam itu dapat menyebabkan perubahan populasi organism lainnya dan menyebabkan efek domino pada seluruh ekosistem.

c. Dekomposer

Dekomposer perairan merupakan kelompok organisme yang memiliki peran krusial dalam mengurai dan mendaur ulang materi organik yang sudah mati atau sisa-sisa organisme di lingkungan perairan. Mereka terdiri dari beragam mikroorganisme seperti bakteri dan fungi yang menghuni lingkungan air, termasuk di dalamnya sungai, danau, laut, dan berbagai ekosistem perairan lainnya. Peran dekomposer ini sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekologi dan kualitas air dalam ekosistem perairan (Wetzel, 2001).

Ketika organism mati, baik itu tumbuhan maupun hewan, dekomposer akan menguraikannya menjadi senyawa organik yang lebih sederhana seperti karbon dioksida, air, dan beberapa senyawa anorganik lainnya.

Proses ini disebut dekomposisi, dan merupakan bagian penting dari siklus materi dalam ekosistem perairan. Melalui dekomposisi, nutrisi yang terkandung dalam organisme yang mati dapat dikembalikan ke ekosistem dan digunakan kembali oleh organisme lain, termasuk produsen, konsumen, dan organisme lainnya dalam rantai makanan.

Dalam ekosistem perairan, dekomposer juga berperan dalam membersihkan lingkungan dari sisa-sisa organisme yang mati atau bahan-bahan organik lainnya. Mereka membantu mengurai bahan-bahan organik yang tidak terpakai, menghindari penumpukan sampah organik yang dapat mengganggu kualitas air dan menyebabkan eutrofikasi, yaitu peningkatan nutrisi yang berlebihan yang menyebabkan pertumbuhan alga yang berlebihan dan berdampak negatif pada ekosistem perairan.

Selain itu, dekomposer juga berperan dalam menguraikan polutan dan bahan kimia berbahaya yang masuk ke dalam perairan melalui aktivitas manusia. Mereka membantu mengurai bahan-bahan kimia beracun seperti pestisida dan bahan kimia lainnya, sehingga mengurangi dampak negatifnya pada lingkungan perairan dan organisme hidup di dalamnya.

Studi tentang dekomposer perairan menjadi penting dalam ilmu ekologi, khususnya dalam pemahaman tentang siklus materi dan peran organisme dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Penelitian tentang aktivitas dekomposer, keanekaragaman spesiesnya, serta interaksinya dengan organisme lainnya di perairan membantu para ilmuwan untuk lebih memahami kompleksitas ekosistem perairan dan bagaimana menjaga keseimbangan dan keberlanjutan lingkungan tersebut.

3.2.2 Komponen Abiotik

Menurut Krebs (2009), Komponen abiotik dalam ekosistem perairan laut meliputi lingkungan fisik, faktor iklim, dan bahan biogeokimia yang berperan dalam membentuk dan mempengaruhi kehidupan organisme laut. Lingkungan fisik

mencakup air, suhu, oksigen terlarut, cahaya matahari, dan salinitas, sementara faktor iklim melibatkan suhu udara, curah hujan, kelembaban, angin, dan variabilitas iklim. Bahan biogeokimia mencakup unsur-unsur kimia, seperti oksigen, karbon, nitrogen, dan fosfor, yang berperan dalam siklus nutrisi dan metabolisme organisme laut. Berikut adalah komponen abiotik di ekosistem perairan laut yaitu :

a. Lingkungan Fisik

Menurut Ricklefs (2000) dalam buku "Ekologi" yang diterjemahkan oleh B.S. Lenggogeni, lingkungan fisik dijelaskan sebagai salah satu komponen abiotik yang sangat penting dalam ekologi. Komponen ini mencakup semua unsur non-hidup dalam ekosistem yang berperan penting dalam menentukan keberadaan dan kelimpahan organisme yang hidup di dalamnya. Beberapa aspek lingkungan fisik komponen abiotik yaitu (Ricklefs, 2000) :

- ***Air***

Air merupakan elemen paling fundamental dalam ekosistem perairan. Kualitas air, termasuk suhu, pH, dan kandungan oksigen terlarut, mempengaruhi kehidupan berbagai organisme akuatik. Selain itu, kualitas air juga berperan dalam menentukan kelimpahan dan distribusi makhluk hidup di perairan. Misalnya, beberapa spesies ikan hanya dapat bertahan di lingkungan air dengan suhu tertentu dan kandungan oksigen yang sesuai. Pencemaran air oleh limbah industri atau limbah pertanian dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan mengancam kelangsungan hidup organisme perairan.

- ***Suhu***

Suhu air mempengaruhi aktivitas dan distribusi organisme perairan. Makhluk hidup di perairan adalah ectotherm, yang berarti suhu tubuh mereka bergantung pada suhu lingkungan. Perubahan suhu air yang ekstrem dapat menyebabkan stress termal pada organisme dan mempengaruhi pertumbuhan

serta reproduksi mereka. Variasi suhu yang signifikan di perairan, seperti perubahan musim, juga mempengaruhi kelimpahan dan komposisi spesies.

- ***Oksigen Terlarut***

Ketersediaan oksigen terlarut dalam air sangat penting bagi kelangsungan hidup organism perairan. Proses fotosintesis oleh alga dan tumbuhan akuatik menghasilkan oksigen, sementara respirasi oleh organism mengkonsumsi oksigen. Jumlah oksigen terlarut dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk suhu dan aktivitas biologis. Perubahan kualitas air atau penurunan oksigen terlarut dapat menyebabkan "dead zone" atau area mati di perairan, di mana kehidupan tidak dapat bertahan.

- ***Cahaya Matahari***

Penetrasi cahaya matahari kedalam perairan mempengaruhi pertumbuhan dan distribusi tumbuhan akuatik. Zona eufotik adalah zona di mana cahaya cukup mencukupi untuk fotosintesis terjadi, sementara zona afotik adalah zona di mana cahaya tidak mencapai. Pola distribusi tumbuhan dan hewan akuatik sangat dipengaruhi oleh tingkat cahaya yang diterima di berbagai kedalaman perairan. Cahaya matahari juga berperan dalam mempengaruhi suhu air dan pola sirkulasi termal di perairan.

- ***Salinitas***

Salinitas, yaitu konsentrasi garam dalam air, juga merupakan factor penting yang mempengaruhi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki toleransi salinitas yang berbeda-beda, dan perubahan salinitas dapat mempengaruhi komposisi spesies di perairan. Daerah estuari, di mana air tawar bercampur dengan air asin dari laut, menjadi habitat yang unik dengan variasi salinitas yang besar.

b. Faktor Iklim

Faktor iklim merupakan salah satu komponen abiotik yang sangat penting dalam ekologi perairan. Faktor iklim mencakup berbagai aspek atmosfer seperti suhu udara, curah hujan, kelembaban, dan angin yang berpengaruh langsung terhadap lingkungan fisik dan kehidupan di perairan. Berikut penjelasan dari factor iklim dari komponen abiotik yaitu (Ricklefs, 2000) :

- ***Suhu Udara***

Suhu udara merupakan faktor iklim utama yang berdampak langsung pada suhu perairan. Perubahan suhu udara, baik harian maupun musiman, dapat mempengaruhi suhu perairan. Suhu perairan yang tinggi atau rendah dapat mengubah tingkat metabolisme dan aktivitas biologis makhluk hidup perairan. Misalnya, perubahan musim dapat memicu migrasi ikan atau mempengaruhi masa pemijahan mereka.

- ***Curah Hujan***

Curah hujan juga berkontribusi pada dinamika perairan, terutama pada system sungai dan danau. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan banjir, mengakibatkan perubahan tata air dan peningkatan aliran sungai. Perubahan debit air dapat mempengaruhi pola reproduksi dan penyebaran makhluk hidup akuatik.

- ***Kelembaban***

Kelembaban atmosfer juga mempengaruhi ekosistem perairan. Kelembaban yang rendah dapat menyebabkan penguapan air yang lebihcepat, mengakibatkan penurunan tingkat air di perairan. Perubahan tingkat air dapat mempengaruhi kondisi habitat perairan dan menyebabkan perubahan komunitas organisme.

- **Angin**

Angin mempengaruhi pergerakan air dan distribusi zat-zat dalam perairan. Angin yang kencang dapat menyebabkan gelombang besar di laut, mengubah struktur dan dinamika perairan. Angin juga dapat mempengaruhi pola aliran air di sungai danau, membentuk pola pergerakan plankton dan ikan.

- **Variabilitas Iklim**

Perubahan iklim global yang menyebabkan peningkatan suhu permukaan bumi, pencairan es, dan perubahan pola curah hujan memiliki dampak signifikan pada ekosistem perairan. Misalnya, pemanasan global dapat menyebabkan peningkatan suhu perairan dan pemutihan terumbu karang, yang berdampak pada berbagai organisme laut.

Faktor iklim adalah elemen utama dalam ekologi perairan karena saling terkait dan berdampak pada kehidupan berbagai organisme akuatik. Perubahan dalam faktor iklim dapat menyebabkan perubahan besar dalam ekosistem perairan dan mempengaruhi keseimbangan ekologi secara keseluruhan

c. **Bahan Biogeokimia**

Bahan biogeokimia adalah komponen abiotik penting dalam ekosistem perairan yang memiliki peran krusial dalam mengatur siklus materi dan nutrisi di lingkungan air. Dalam buku "Ekologi Perairan" karya Suyasa, I. N., M. Nurhudah, dan S. Raharjo (2010), bahan biogeokimia menjadi fokus utama sebagai salah satu komponen abiotik yang memengaruhi kualitas perairan dan keseimbangan ekosistemnya. Bahan biogeokimia mencakup unsur-unsur kimia dan senyawa lainnya yang terlibat dalam interaksi antara organisme hidup dan lingkungannya.

Salah satu bahan biogeokimia yang paling penting dalam ekosistem perairan adalah karbon. Karbon hadir dalam berbagai bentuk kimia, termasuk karbon dioksida

(CO₂) dan senyawa organik seperti karbonat dan karbon organik terlarut. Karbon dioksida adalah gas yang berperan dalam fotosintesis oleh tumbuhan air dan alga sebagai produsen utama dalam rantai makanan perairan. Melalui fotosintesis, karbon dioksida diubah menjadi senyawa karbon organik yang menjadi dasar rantai makanan perairan dan berperan sebagai sumber energi bagi organism lain.

Selain karbon, nitrogen juga merupakan bahan biogeokimia yang sangat penting dalam ekosistem perairan. Unsur nitrogen hadir dalam berbagai bentuk, termasuk amonium (NH₄⁺), nitrat (NO₃⁻), dan nitrogen organik terlarut. Nitrogen berperan dalam siklus nutrisi, dan ketersediaannya mempengaruhi produktivitas perairan. Ammonium dan nitrat dapat digunakan oleh fitoplankton dan alga sebagai nutrisi untuk pertumbuhan, sementara nitrogen organik terlarut berperan dalam pemrosesan bahan organik oleh bakteri dekomposer.

Fosfor adalah bahan biogeokimia lainnya yang berperan penting dalam ekosistem perairan. Fosfor hadir dalam bentuk fosfat (PO₄⁻³), dan merupakan komponen utama dalam molekul energi seperti ATP (adenosine trifosfat) dan DNA. Fosfor juga merupakan nutrisi penting bagi tumbuhan air dan alga. Namun, ketersediaan fosfor dapat menjadi faktor pembatas dalam produktivitas perairan. Kondisi eutrofikasi, di mana terjadi peningkatan fosfor dan nutrisi lainnya dalam air, dapat menyebabkan ledakan pertumbuhan alga yang berlebihan dan berdampak buruk pada keseimbangan ekosistem.

Oksigen adalah bahan biogeokimia yang vital dalam ekosistem perairan. Oksigen terlarut (DO) adalah jumlah oksigen yang terlarut dalam air dan sangat penting bagi organism aerobik untuk respirasi. Oksigen dihasilkan melalui fotosintesis oleh tumbuhan air dan alga dan dikonsumsi oleh organism dalam proses respirasi. Tingkat

oksigen terlarut dalam perairan dipengaruhi oleh suhu, ketersediaan nutrisi, dan aktivitas biologis. Kekurangan oksigen terlarut dapat menyebabkan stress oksigen pada organisme dan bahkan menyebabkan kematian pada organisme yang peka terhadap oksigen.

Pemahaman tentang bahan biogeokimia dalam ekosistem perairan menjadi penting dalam pengelolaan dan pelestarian perairan. Interaksi kompleks antara bahan biogeokimia ini mempengaruhi kualitas perairan dan kelangsungan hidup organism perairan. Oleh karena itu, pemantauan dan pengelolaan kualitas air dan komponen abiotik lainnya menjadi kunci dalam menjaga kesehatan dan keberlanjutan ekosistem perairan (Suyasa, 2010).

3.3 Keanekaragaman Hayati dalam Ekosistem

Keanekaragaman hayati dalam ekosistem perairan mengacu pada variasi dan jumlah spesies organisme yang hidup di berbagai jenis ekosistem perairan, seperti perairan tawar, perairan payau, dan perairan laut. Setiap jenis ekosistem perairan memiliki keanekaragaman hayati yang unik, termasuk ikan, tumbuhan air, plankton, dan makro invertebrata. Keanekaragaman hayati ini sangat penting karena menciptakan keterkaitan kompleks antara berbagai organisme, membentuk rantai makanan, siklus nutrisi, dan ekosistem yang sehat. Kehadiran keanekaragaman hayati juga memberikan ketahanan dan resiliensi pada ekosistem perairan dalam menghadapi tekanan dan perubahan lingkungan.

3.3.1 Jenis – Jenis Ekosistem Perairan

a. Ekosistem Perairan Tawar

Ekosistem perairan air tawar mencakup berbagai tipe habitat, seperti danau, sungai, rawa, kolam, dan tambak. Setiap tipe habitat memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi keanekaragaman hayati dan dinamika ekologi. Misalnya, danau adalah perairan stasioner

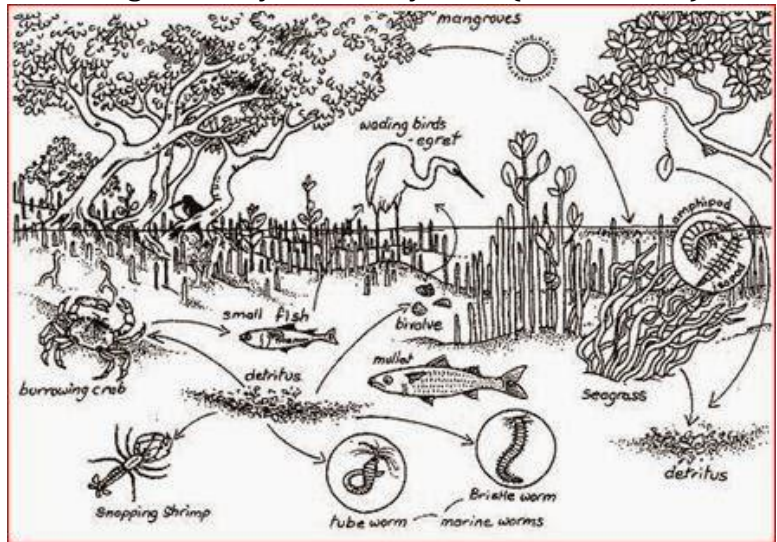
dengan kualitas air yang berbeda-beda di berbagai zona, seperti zona pelagik (air terbuka), zona benthik (dasar danau), dan zona litoral (dekat pantai). Zona-zona ini mendukung kehidupan beragam organisme, seperti ikan, zooplankton, makro invertebrata, dan berbagai jenis tumbuhan air. Ketersediaan air merupakan factor penting dalam mengatur ekosistem perairan air tawar. Sungai adalah salah satu sumber air yang penting bagi ekosistem ini, dan aliran sungai mempengaruhi kondisi fisik dan kimia dalam perairan. Kehadiran air tanah dan air hujan juga berperan dalam menyediakan air bagi ekosistem perairan air tawar.

Ketersediaan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor menjadi faktor penting dalam menentukan produktivitas dan keanekaragaman hayati di ekosistem perairan air tawar. Perairan tawar memiliki siklus nutrisi yang unik, dan unsur-unsur tersebut diolah oleh organism produsen, terutama alga dan tumbuhan air, yang menjadi dasar rantai makanan. Peningkatan kandungan nutrient dalam perairan dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu peningkatan produksi organism karena tingginya ketersediaan nutrisi, yang dapat berdampak negatif pada ekosistem dan mengganggu keseimbangan ekologi (Wetzel, 2001).

b. Ekosistem Perairan Payau

Ekosistem perairan payau adalah wilayah yang unik dan kompleks di mana air tawar dari sungai bertemu dengan air laut. Karakteristik utama dari ekosistem ini adalah kehadiran hutan bakau, yang menjadi fitur mencolok dan penting dalam mempertahankan ekologi wilayah ini. Tanaman bakau (seperti *Rhizophora* spp., *Avicennia* spp., dan lainnya) memiliki adaptasi khusus untuk bertahan hidup di kondisi yang berubah-ubah antara air tawar dan air asin, seperti akar udara yang menjulang dan cabang yang menjalar. Hutan bakau berfungsi sebagai pemecah gelombang dan peredam angin, membantu melindungi wilayah pesisir dari abrasi dan dampak bencana alam

seperti badai tropis. Selain itu, hutan bakau berperan sebagai tempat berkembangbiak bagi banyak spesies ikan dan hewan laut lainnya, sehingga mendukung keanekaragaman hayati di wilayah ini (Kasim, 2005).



Gambar 3.3. Ekosistem Perairan Payau

(Sumber : <http://anapangesti.blogspot.com/>)

Ekosistem perairan payau juga dikenal karena produktivitasnya yang tinggi. Air tawar dari sungai membawa nutrisi yang kaya ke wilayah ini, menciptakan lingkungan yang subur untuk pertumbuhan fitoplankton dan zooplankton. Organisme-organisme ini menjadi sumber makanan bagi berbagai hewan, termasuk ikan, udang, dan burung migran, serta menjadi dasar rantai makanan yang kompleks.

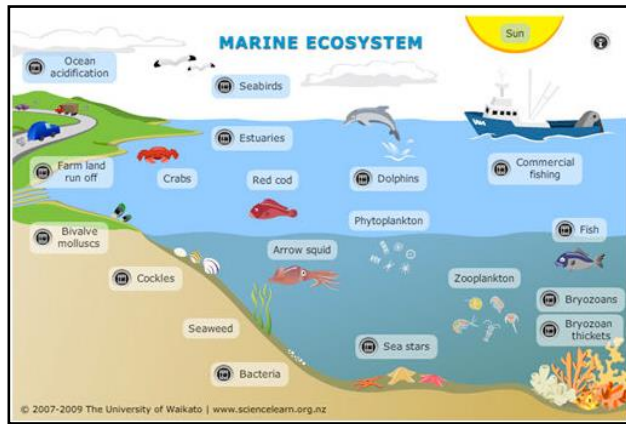
Ekosistem perairan payau memiliki peran penting dalam menjaga kualitas lingkungan dan keberlangsungan ekosistem secara keseluruhan. Hutan bakau berfungsi sebagai filter alami yang menangkap sedimen dan polutan dari sungai, sehingga membantu mencegah pencemaran dan eutrofikasi di wilayah pesisir. Selain itu, ekosistem ini juga berperan dalam siklus karbon, menyimpan karbon dan

membantu mengurangi emisi karbon dioksida, yang berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim.

Ekonomi lokal dan nasional juga sangat tergantung pada ekosistem perairan payau. Ekosistem ini mendukung sector perikanan dan akvakultur yang memberikan kontribusi penting bagi perekonomian masyarakat pesisir. Hasil tangkapan ikan dan kerang dari ekosistem perairan payau menjadi sumber mata pencaharian bagi banyak nelayan dan masyarakat setempat.

c. Ekosistem Perairan Laut

Ekosistem perairan laut merupakan system ekologi yang kompleks dan luas yang terdiri dari berbagai komponen biologis dan fisik yang saling berinteraksi di dalam lingkungan laut (Mann and Lazier, 2006). Ekosistem perairan laut juga merupakan salah satu ekosistem paling luas, menakjubkan, dan beragam di dunia. Menutupi sekitar 71% permukaan bumi, ekosistem ini mencakup berbagai lingkungan mulai dari garis pantai yang indah hingga laut dalam yang misterius. Keanekaragaman hayati di ekosistem perairan laut sangat tinggi dan mencakup berbagai jenis organisme, termasuk ikan, moluska, krustasea, mamalia laut, terumbu karang, dan fitoplankton. Dalam ekosistem ini, setiap spesies memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologi dan menciptakan rantai makanan yang kompleks.



Gambar 3.4 Ekosistem Perairan Laut

(Sumber : <http://sciencelearn.org.nz>)

Terumbu karang adalah salah satu cirri khas ekosistem perairan laut yang menakjubkan. Terumbu karang adalah koloni organisme yang hidup dalam simbiosis mutualistik dengan alga bersel satu yang memberikan warna-warna yang menakjubkan. Ekosistem terumbu karang adalah salah satu ekosistem paling produktif dan beragam di Bumi, menyediakan habitat bagi lebih dari 25% spesies laut yang dikenal, meskipun hanya mencakup kurang dari 1% dari total luas lautan.

Ekosistem perairan laut memiliki peran ekologis yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan alam dan berkontribusi pada kesejahteraan umat manusia. Fungsi utama ekosistem ini adalah (Worm, 2006):

1. **Keseimbangan Ekologi:** Organisme di ekosistem perairan laut berperan dalam menjaga keseimbangan ekologi dengan mengendalikan populasi spesies lain dan berpartisipasi dalam proses siklus nutrisi.
2. **Pangan dan Ekonomi:** Ekosistem perairan laut menyediakan sumberdaya pangan yang vital bagi jutaan orang di seluruh dunia. Sektor perikanan dan akvakultur di laut memberikan sumbangan signifikan terhadap perekonomian negara-negara pesisir.

3. **Perlindungan Pesisir:** Terumbu karang dan hutan bakau di ekosistem perairan laut berfungsi sebagai pelindung pesisir dari gelombang dan abrasi, melindungi pantai dan pemukiman manusia dari dampak kerusakan fisik.
4. **Pariwisata dan Rekreasi:** Keindahan dan keunikannya menarik jutaan wisatawan setiap tahun untuk melakukan kegiatan rekreasi, seperti menyelam, snorkeling, surfing, dan berlayar.
5. **Sumber Obat dan Penelitian:** Organisme di ekosistem ini telah menjadi sumber potensial untuk obat-obatan dan bahan kimia lainnya, serta menyediakan inspirasi bagi penelitian ilmiah.

Meskipun ekosistem perairan laut memberikan manfaat besar bagi manusia, sayangnya, ia menghadapi berbagai ancaman dan tantangan. Perubahan iklim menyebabkan kenaikan suhu laut dan perubahan pola arus, yang dapat mempengaruhi distribusi dan kelangsungan hidup spesies laut. Pencemaran laut, seperti limbah plastik dan bahan kimia beracun, juga merusak ekosistem dan mengancam kehidupan laut. Selain itu, praktek-praktek eksploitasi sumberdaya alam seperti overfishing dan kerusakan habitat juga memberikan dampak negatif pada ekosistem laut.

Oleh karena itu, upaya konservasi dan pengelolaan yang berkelanjutan sangat penting untuk melestarikan ekosistem perairan laut. Pembentukan kawasan konservasi laut, pengurangan plastic sekali pakai, pengelolaan sumberdaya perikanan yang bijaksana, dan peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya konservasi laut menjadi langkah-langkah yang krusial. Kolaborasi lintas sektor dan tingkat internasional juga diperlukan, karena ekosistem perairan laut memiliki sifat yang keterhubung dan tidak mengenal batas geografis.

3.3.2 Keterkaitan Keanekaragaman Hayati dengan Stabilitas Ekosistem

Menurut Hooper (2005), Keanekaragaman hayati adalah salah satu aspek paling penting dari ekosistem perairan laut yang berperan secara signifikan dalam menjaga stabilitas ekosistem. Keanekaragaman hayati mengacu pada keragaman jumlah dan jenis spesies organisme yang hidup dalam suatu lingkungan. Ekosistem perairan laut yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi biasanya lebih stabil dalam menghadapi perubahan lingkungan dan tekanan eksternal. Keanekaragaman hayati yang tinggi dalam ekosistem perairan laut memberikan resiliensi atau daya tahan yang lebih tinggi terhadap perubahan dan gangguan. Dalam situasi di mana suatu spesies mengalami penurunan populasi akibat tekanan lingkungan atau penyakit, keberadaan spesies lain yang memiliki peran serupa dapat mengisi celah dan mencegah terganggunya rantai makanan. Ini memastikan kelangsungan fungsi ekosistem tanpa kehilangan fungsi-fungsi kunci.

Keanekaragaman hayati juga berkontribusi dalam mempertahankan keseimbangan siklus nutrisi di dalam ekosistem perairan laut. Dengan adanya berbagai spesies organisme yang berbeda, termasuk fitoplankton, zooplankton, ikan, dan hewan-hewan laut lainnya, nutrisi dalam bentuk karbon, nitrogen, dan fosfor dapat diproses secara efisien. Proses ini membantu menjaga keseimbangan nutrisi di laut dan mencegah eutrofikasi, yaitu peningkatan nutrisi yang berlebihan yang dapat menyebabkan kerusakan ekosistem laut.

Keanekaragaman hayati juga memainkan peran penting dalam regulasi populasi organisme. Predator alami dalam ekosistem perairan laut dapat membantu mengendalikan populasi hewan mangsa, seperti ikan-ikan kecil dan hewan-hewan herbivora. Dengan demikian, tercipta keseimbangan yang lebih stabil antara produsen dan konsumen, dan tidak ada spesies yang menjadi dominan secara berlebihan.

Keanekaragaman hayati memberikan kesempatan bagi adanya spesies yang memiliki tingkat adaptasi yang berbeda terhadap perubahan lingkungan. Dalam situasi di mana terjadi

perubahan iklim, peningkatan suhu laut, atau penurunan pH laut akibat peningkatan kadar karbon dioksida, spesies-spesies yang memiliki adaptasi tertentu dapat lebih mampu bertahan dan beradaptasi dibandingkan dengan spesies lain. Hal ini membantu menjaga keseimbangan ekosistem dalam menghadapi perubahan yang terjadi.

Keanekaragaman hayati yang tinggi juga berdampak pada pemanfaatan sumberdaya laut secara berkelanjutan. Dengan adanya banyak spesies ikan dan hewan laut lainnya, pengelolaan sumberdaya perikanan dapat dilakukan dengan lebih bijaksana untuk mencegah overfishing dan menjaga kelangsungan populasi ikan yang penting bagi pangan dan ekonomi manusia.

3.3.3 Ancaman dan Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati ekosistem perairan laut saat ini menghadapi berbagai ancaman yang mengancam kelangsungan hidupnya. Perubahan iklim, polusi, pemanfaatan sumberdaya yang tidak berkelanjutan, dan degradasi habitat menjadi beberapa faktor utama yang menyebabkan penurunan populasi dan bahkan punahnya beberapa spesies laut. Ancaman ini tidak hanya merugikan ekosistem perairan laut itu sendiri, tetapi juga berdampak pada kesejahteraan dan keberlangsungan hidup manusia, karena ekosistem laut berkontribusi pada pangan, ekonomi, dan regulasi iklim global.

Ancaman terhadap Keanekaragaman Hayati Ekosistem Perairan Laut (Hoegh and Bruno, 2010):

1. **Perubahan Iklim:** Pemanasan global menyebabkan kenaikan suhu laut dan perubahan pola arus, mengganggu keseimbangan ekosistem dan mengancam kelangsungan hidup beberapa spesies.
2. **Pencemaran Laut:** Limbah plastik, bahan kimia beracun, dan zat-zat berbahaya lainnya mencemari laut dan meracuni organism laut serta merusak ekosistem.
3. **Overfishing:** Pemanfaatan sumberdaya perikanan yang berlebihan mengakibatkan penurunan populasi ikan dan

hewan laut lainnya, mengganggu rantai makanan dan keseimbangan ekosistem.

4. **Kehilangan Habitat:** Kerusakan terumbu karang, hutan bakau, dan ekosistem pesisir lainnya mengancam kehidupan spesies laut yang bergantung pada habitat tersebut.

Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati Ekosistem Perairan Laut (Roberts, 2001):

1. **Pembentukan Kawasan Konservasi Laut:** Membuat dan melindungi kawasan konservasi laut, seperti taman laut dan cagar alam, untuk melindungi ekosistem dan spesies yang rentan.
2. **Pengelolaan Sumber Daya Perikanan yang Bijaksana:** Melakukan pengelolaan sumberdaya perikanan yang berkelanjutan, seperti penentuan kuota tangkapan dan larangan penangkapan pada musim pemijahan, untuk mencegah overfishing.
3. **Reduksi Plastik dan Pencemaran Laut:** Mengurangi penggunaan plastik sekali pakai dan meningkatkan pengolahan limbah secara efisien untuk mengurangi pencemaran laut.
4. **Penggalangan Kesadaran Publik:** Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pelestarian keanekaragaman hayati laut dan dampak dari perilaku yang merusak lingkungan.
5. **Penelitian dan Pengembangan Teknologi:** Melakukan penelitian tentang ekosistem perairan laut dan mengembangkan teknologi yang ramah lingkungan untuk konservasi laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Hoegh-Guldberg, O., & Bruno, J. F. (2010). The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, 328 (5985), 1523-1528
- Hooper, D. U., et al. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3-35.
- Kasim, H. M. (2005). *Estuari, Lingkungan, Sumberdaya, Manusia dan Pembangunan*. Penerbit ITB
- Krebs, C. J. (2009). *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Pearson Benjamin Cummings
- Mann, K.H., J.R.N Lazier. 2006. *Dynamic Of Marine Ecosystem: Biological-Physical Interaction In The Ocean*. Bedford Institute Of Oceanography, Canada.
- Odum, E. P. (1953). *Fundamentals of Ecology*. W. B. Saunders Company
- Ricklefs, R. E., & Miller, G. L. (2000). *Ekologi*. Penerjemah: B. S. Lenggogeni. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia
- Roberts, C. M., et al. (2001). Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical reefs. *Science*, 292(5510), 55-60.
- Smith, R. L., & Smith, T. M. (2012). *Elements of Ecology* (8th ed.). Pearson
- Suyasa, I. N., Nurhudah, M., & Raharjo, S. (2010). *Ekologi Perairan*. STP Press. Jakarta.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems* (3rd ed.). Academic Press.
- Worm, B., et al. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800), 787-790.

BAB IV

EKOLOGI PERAIRAN AIR TAWAR

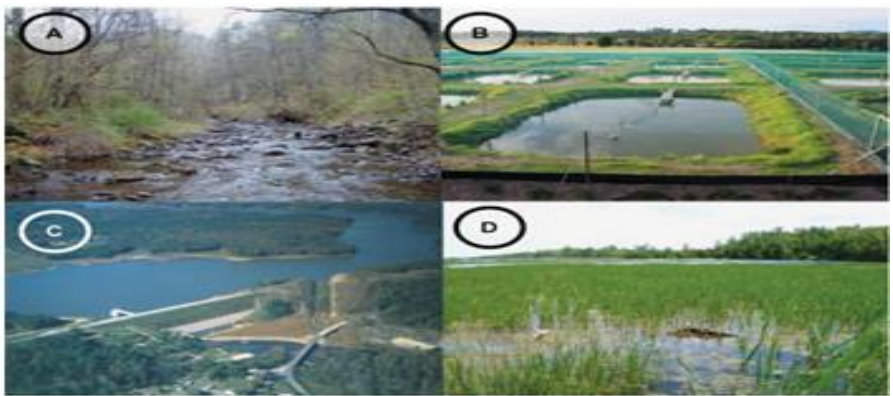
4.1 Pendahuluan

Pada umumnya, ekologi perairan adalah bidang ekologi yang mempelajari makhluk hidup dan faktor lingkungan perairan. Jenis kajian ekologi perairan dapat dibedakan menurut bidang penelitian dan ekosistem yang dikaji. Muhammad, Akbarurrasyid, 2021. Ekologi perairan tawar umumnya menganalisis ekosistem yang dibentuk oleh air tawar. Kajian ekologi perairan tawar juga dibedakan menjadi kajian ekologi perairan menggenang dan mengalir.

Karakter berbeda ini dilihat pada posisi suatu ekologi dan pergerakan massa air. Sistem ekologi danau, rawa, dan kolam adalah contoh ekologi perairan menggenang, sedangkan sistem ekologi arus air yang mengalir termasuk ekologi sungai, parit, selokan, dan saluran irigasi.

Jenis ekologi yang dikaji berdasarkan wilayah atau habitat disebut ekologi perairan. Dalam studi perairan terbatas, sistem ekologi perairan yang memiliki ciri khas daya konsentrat garam yang kurang adalah ekosistem air tawar. Goltenboth (2012) secara angka statistik jumlah air tawar di bumi 2,6% dari total air di bumi. 2,06% dengan 0,0001% di sungai, 0.007 % di situ atau danau. Menurut jenis sistem ekologi (ekosistem) pada perairan tawar terbagi pada 2 yaitu : Lentik (sistem arus air tidak bergerak contoh Kolam dan situ) kedua sistem lotik (sistem arus air bergerak contoh sungai salah satu juga yang menjadi ciri pembeda utama sistem ekologi air tawar adalah suhu yang tidak menonjol (Leksono, 2007)

Batang air atau sungai adalah salah satu sistem ekologi lotik, atau air mengalir, di mana makhluk hidup tinggal. Makhluk hidup ini terdapat potensi hidup untuk beradaptasi dengan irama arus kecepatan air (Nangin, 2015). Pada umumnya didapati sungai bersumber pada sentral air gunung. menjadi tempat tinggal untuk makhluk hidup di perairan, sungai seringkali terdedah pada problem turunya kadar mutu air karena benturan kegiatan manusia, seperti pembangunan industri di sekitar aliran sungai (Rudiyanti, 2009).



Gambar 4.1. Sungai (A), Kolam (B), Waduk (C), W etland (D)
Sumber : DAS

Perairan Budidaya terdiri dari kolam air tawar dan kolam air payau, sawah yang digunakan untuk pemeliharaan ikan. Tetesan hujan mengalir di atas permukaan daratan akan teraliri ke sungai, danau, atau perairan darat lainnya. kebanyakan air hujan lenyap melalui sistem evaporasi dan infilasi, sistem yang lainnya akan masuk ke dalam permukaan yang besar seperti sungai, danau, atau perairan darat lainnya. Daerah aliran sungai (DAS atau Basin Aliran Sungai) adalah area di daratan yang memberikan run off permukaan ke dalam sungai, danau, atau perairan lainnya.

4.2 Sejarah Singkat dan Definisi Ekologi

Sejarah Singkat dan Definisi Ekologi: Ekologi adalah ilmu pengetahuan yang awalnya berasal dari "sejarah alam", yang berarti studi tentang alam, benda-benda, dan fenomena-fenomenanya. Karena itu, ekologi tidak dianggap sebagai ilmu pengetahuan secara khusus. Setelah hampir seratus tahun berusaha untuk membuat kerangka kerja konseptual, metodologi, dan teoritis untuk menjelaskan fenomena alam yang sangat kompleks pada tahun 1960-an, akhirnya otonomi dan kematangan ekologi diterima sebagai ilmu pengetahuan. Sebelum tahun 1970, ekologi adalah subdisiplin ilmu biologi.

Defenisi dari kata ekologi adalah cabang ilmu baru yang menggabungkan antara peristiwa fisik dan biologis. Secara padanan kata ekologi yang berasal dari 'Yunani terdiri dari kata 'Oikos diartikan Rumah Tangga dan Logos adalah ilmu

Ernest Haeckel, seorang pakar zoologi Jerman, pertama kali menggunakan istilah ini dalam tahun 1866. Setelah Haeckel menggunakan istilah "oekologie", para pakar botani Amerika memutuskan untuk mengubahnya menjadi "ecology" di Madison Botanical Congress pada tahun 1893.

Secara etimologis, "ekologi" berarti studi tentang rumah, atau rumah lingkungan, termasuk semua organisme di dalamnya dan semua proses yang diperlukan untuk membuatnya hidup.

4.3 Mengenal DAS dan Bentuknya

Sebagian orang hanya mengenal sungai; akan tetapi, menurut Dinamika Hidrosfer (2018), daerah aliran sungai disingkat DAS adalah suatu wilayah yang keseluruhan wilayahnya di sekitari oleh tofografi yang terdiri dari pegunungan. Yang menjadi pembeda untuk mengetahui DAS dan Sungai adalah Sungai terdiri dari arus Gerakan air yang

memanjang. Sedangkan DAS adalah bentuk lansekap di sekeliling aliran sungai dan aliran airnya sendiri (Hidrosfer (2018)).

DAS juga disebut sebagai *watershed* atau . pembatasan DAS dan wilayah lainnya berada pada garis batas yang tidak nampak. Dalam kebanyakan kasus, batas DAS berupa pengunungan. Untuk batas suatu DAS tidak menjadi batas administrasi suatu wilayah. kawasan DAS sendiri meliputi dari satu atau melebihi. DAS dapat mencakup lebih dari satu kota, kabupaten, provinsi, atau bahkan pada negara. Suatu DAS terdiri dari beberapa sub-DAS. Sub-DAS dapat dibagi lagi menjadi sub-sub-DAS.

4.3.1 Bentuk DAS

Secara pubik gambaran pola DAS dapat dibagi menjadi empat macam. Dilansir dari Dasar-Dasar Hidrologi (1990), selanjutnya penjelasan gambaran pola tersebut

a. Bulu burung atau memanjang

Arus air ini dari beberapa percabangan sungai yang ke bergerak ke arus sungai utama. arus air dari tiap percabangan ini tidak saling Bersatu pada suatu titik yang sama. Pada bentuk ini kemungkinan untuk terjadinya banjir kecil di sebabkan arus air tidak langsung Bersatu pada titik yang sama. Pada bentuk ini Ketika terjadi banjir akan berjalan pada waktu yang lama.

b. Radial (Menyebar)

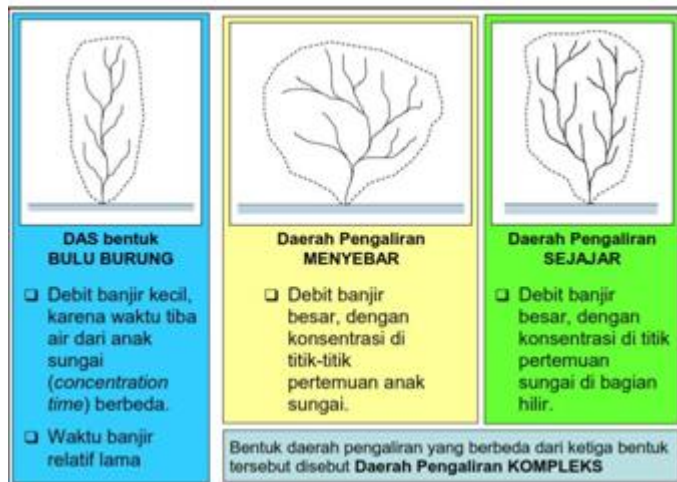
Pola ini mirip pada bentuk kipas atau bulatan. Arus air ini berasal dari percabangan anak sungai yang Bersatu pada titik yang sama. Pada pola ini banjir yang berkapasitas besar kerap kali terjadi di pusat konsentrasi persambungan arus air anak sungai.

c. Paralel (Sejajar)

Pola ini memiliki bentuk sejajardan terdapat dua aliran alur sungai utamanya selanjutnya terjadi titik konsentrasi penyatuan di hilir. Pada pola ini kemungkinan untuk terjadi banjir adalah besar karena pusat konsentrasi aliran air persambungannya bertemu pada satu titik konsentrasi

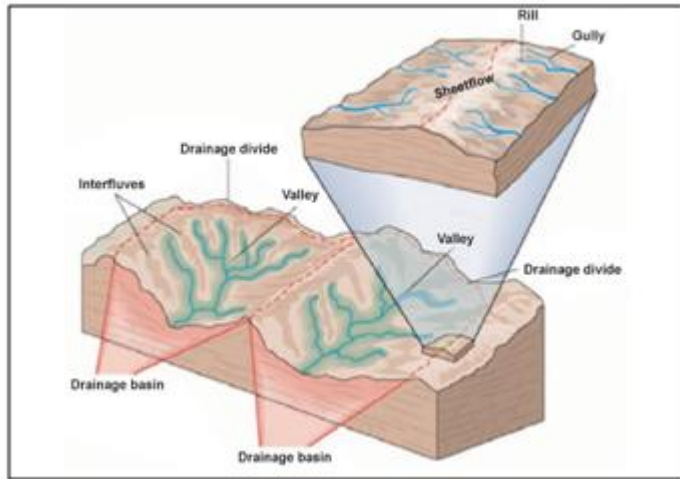
d. Kompleks

Pengabungan 3 bentuk dalam Satu DAS. Bentuk yang dimaksud adalah 3 pola diatas,



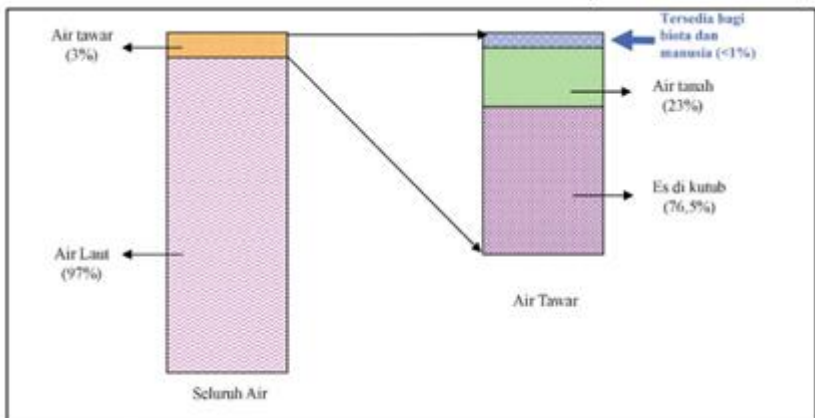
Gambar 4.2. Bentuk DAS

Sumber : <http://spidas.menlhk.go.id>



Gambar 4.3. Daerah Aliran Sungai
Sumber Dinamika Hidrosfer (2018)

Perairan tawar adalah semua badan air di permukaan bumi arah ke darat dari garis pasang surut terendah baik berair tawar maupun payau. Dan air tawar bersifat asam atau istilah lain banyak lumpur.



Gambar 4.4. sumber daya air keseluruhan global di bumi

4.4 Memahami Ciri Ciri Ekosistem Air Tawar dan Jenisnya

4.4.1 ciri-ciri ekosistem

1. Tingkat salinitasi
2. Variasi Suhu rendah
3. Dominasi Perairan
4. Cahaya matahari cukup terbatas di beberapa tempat
5. Terdapat hewan dan tumbuhan air

4.4.2 Jenis – Jenis Ekosistim

Tiga klasifikasi utama yaitu Ekosistem air tawar, ekosistem estuarin, ekosistem laut dalam ekosistem perairan. Untuk habitat air tawar di klasifikasikan menjadi 2 klasifikasi umum yaitu sistem lentik (kolam, danau, situ, rawa, telaga dan waduk) dan sistem lotik (sungai). Ciri khas dari sistem lentik adalah perairan yang tergenang dan tidak memiliki arus air, sistem lotik sendiri adalah sistem yang ciri khasnya perairan yang memiliki pergerakan arus, pergerakan arus pada sistem ini cukup kuat 2 kategori ini menjadi penciri khas dari habitat air tawar.

a. Ekosistim air tawar lotik

Meskipun ekologi sistem keduanya ini merupakan ekologi air tawar, namun air mengalir memiliki corak yang membedakannya dari air menggenang. Tidak diragukan lagi, perbedaan-perbedaan ini memengaruhi kehidupan dan bentuk tumbuhan dan hewan. Dapat digambarkan secara fisik dan proses yang membedakan antara danau dan sungai adalah cekungan bumi sudah ada dan air yang mengisi cekungan itu sehingga terproses pembentukan suatu danau, cekungan tapak bumi terisi oleh endapan setiap saat sehingga menjadi tanah kering. Sebaliknya, sungai terbentuk karena airnya sudah ada sehingga air hal inilah yang membentuk dan menjadi suatu sebab saluran itu terus ada Ketika terdapat air yang mewadahi dan mengisinya (Ewusie, 1990:186).



Gambar 4.5. Ekosistim Lotik

Sumber : utakatik.com

b. Ekosistim Air Tawar Lentik

Perbedaan yang nampak bahwa karakteristik 'ekosistem air tawar lentik berbeda dengan ekosistem air tawar lotik. Air tawar lentik pada tempat rawa, danau, kolam, secara arus air ekosistem air tawar lentik tidak berarus yang cenderung tenang dan menggenang. Ekosistem air tawar lentik memiliki berbagai jenis vegetasi. Misalnya, rawa berkayu dan rawa gambut didominasi lumut Sphagnum. Selanjutnya, karakteristik ekosistem ini dapat diidentifikasi yang membedakannya dari ekosistem darat dan sub tipe ekosistem perairan lainnya. Tingkat salinitas yang sangat rendah merupakan ciri khasnya.



Gambar 4.6. Ekosistim Lentik

Sumber : utakatik.com

DAFTAR PUSTAKA

- Alfredo, Septian Briantama. 2019. Pengembangan Buku Pengayaan Dinamika *Hidrosfer* Pada Materi Perairan
- Akhrianti, I. Gustomi, A. 2018. Identifikasi keanekaragaman dan potensi *jenis-jenis* ikan *air tawar* pulau Bangka. Asriansyah A. 2008.
- Akbarurrasyid, Muhammad (2021). Ekologi Perairan. Jakarta Pusat: AMAFRAD Press. ISBN 978-623-6464-01-4.*
- Annisa Fianni Sisma , (2022). Lingkungan Hidup
- Budi Daya Ikan *Air Tawar*. Yogyakarta: Kanisus. Cassel, K, and Barao, (2000), Causes and Prevention: nitrate Poisoning of livestock, College of Agriculture .
- Cahyono, B. 2001. Budi Daya Ikan Di Perairan Umum. Yogyakarta: Kanisius. Ciptanto. 2010 Top Ikan *Air Tawar*. Yogyakarta :
- G Nuriansyah · 2019 — Identifikasi Keanekaragaman dan Potensi. Jenis-jenis Ikan *Air Tawar*. Bangka. Jurnal Sumberdaya Perairan. Barus, T. A, 1996.
- Kartawinata, K. 2013. Diversitas *Ekosistem* Alami Indonesia. Jakarta: LIPI Press. Kordi K, M Ghufan H. 2012. *Ekosistem* Mangrove:
- Leksono, S. 2007. Ekologi : Pendekatan Deskriptif dan Kualitatif. Malang : Bayumedia Publishing. Page 3. 96. Lingga, P., Marsono
- Rudiyanti, S. 2009. "Kualitas perairan *sungai* Banger Pekalongan berdasarkan indikator biologi". Jurnal Saintek Perikanan

BAB V

EKOLOGI PERAIRAN PAYAU

5.1 Pendahuluan

Wilayah pesisir adalah area yang menghubungkan daratan dengan laut. Bagian daratan yang terendam dan kering termasuk kerah darat, dan masih dipengaruhi oleh sifat laut seperti perembesan air asin, pasang surut air laut, dan angin laut. Namun, sifat alami daratan seperti sedimentasi, pencemaran, pengundulan hutan, dan lainnya masih memengaruhi bagian laut. Selain dikenal sebagai tempat peralihan antara ekosistem darat dan laut, sekitar 60% orang Indonesia tinggal dalam radius 50 km dari garis pantai. Selain itu, daerah ini memiliki banyak potensi sumber daya alam pesisir dengan ekosistem yang beragam.

Ekosistem perairan payau termasuk salah satu ekosistem pesisir yang telah mengalami banyak konflik dengan manusia. Air payau adalah air yang terbentuk dari pertemuan air sungai dan air laut dan memiliki karakteristik fisik, kimia dan biologi yang unik. Dari sudut pandang fisik, air payau berwarna coklat kehitaman, memiliki salinitas yang lebih tinggi daripada air tawar, dan dari sudut pandang biologis, terutama terdapat ikan-ikan di air payau (Putra et al., 2013).

Darmawansa (2014) menyatakan bahwa suatu perairan dianggap payau jika kadar garamnya antara 0,5 dan 30 gram per liter air. Namun, jika salinitas lebih dari 30 gram per liter air, perairan disebut air asin. "Ekosistem estuaria" adalah istilah lain untuk ekosistem air payau, dimana kondisi air tidak tawar dan tidak asin. Tingkat salinitasnya tidak stabil karena pasang surut air laut, dan vegetasi utamanya adalah tumbuhan bakau atau mangrove.

5.2 Karakteristik Perairan Payau

Perairan payau (estuaria) sering dikaitkan dengan ekosistem pantai lainnya, seperti delta, teluk, hutan rawa dan hutan mangrove, serta ekosistem padang lamun. Perairan payau (estuaria) adalah perairan semi tertutup di daerah pesisir yang masih berhubungan bebas dengan laut dan menerima air tawar dari sungai atau daratan, sehingga memungkinkan percampuran antara air laut (air asin) dan air tawar dari sungai. Karena tidak terpengaruh langsung oleh pasang surut air laut, wilayah estuaria yang berhubungan dengan sungai cenderung stabil.

Estuaria adalah tempat transisi antara air laut dan air tawar, dan kehidupan di sana perlu beradaptasi karena perubahan salinitas yang sangat berubah. Mampu bertahan hidup di perairan estuari adalah satu-satunya spesies yang memiliki karakteristik fisiologi yang sama seperti ikan air tawar, ikan asli estuaria, dan ikan dari laut. Tiga jenis adaptasi organisme umumnya terjadi pada perairan estuaria (Bengen, 2002).

Adaptasi morfologis terjadi ketika organisme memiliki rambut halus untuk mencegah partikel lumpur menyumbat permukaan ruang pernapasan, adaptasi fisiologis terjadi ketika organisme mempertahankan keseimbangan ion cairan tubuh dalam menghadapi perubahan salinitas eksternal, dan adaptasi tingkah laku terjadi ketika organisme membentuk lubang di dalam lumpur karena kurangnya kemampuan organisme untuk mempertahankan keseimbangan ion. Tumbuhan lamun dan algae mikro biasanya hidup di ekosistem estuaria dan melekat pada daun lamun atau hidup sebagai plankton nabati.

Adaptasi seperti perubahan morfologi, fisiologi, dan tingkah laku yang berkaitan dengan interaksi organisme adalah ciri khas biota perairan yang hidup di sekitar ekosistem estuaria.

Organisme endemik seperti kerang-kerangan, kepiting, udang, dan berbagai jenis ikan hidup di estuaria.

5.3 Faktor Lingkungan Pembatas Pada Perairan Payau

Faktor-faktor yang membatasi ekosistem perairan payau adalah sebagai berikut:

1. Pasang surut

Pasang surut adalah naiknya dan turunnya permukaan laut yang disebabkan oleh gaya gravitasi, terutama bulan dan matahari (Latuconsina, 2020). Selain berfungsi sebagai pengangkut hara dan plankton, arus pasang surut juga berfungsi untuk mengencerkan dan menggelontorkan limbah dari perairan estuaria.

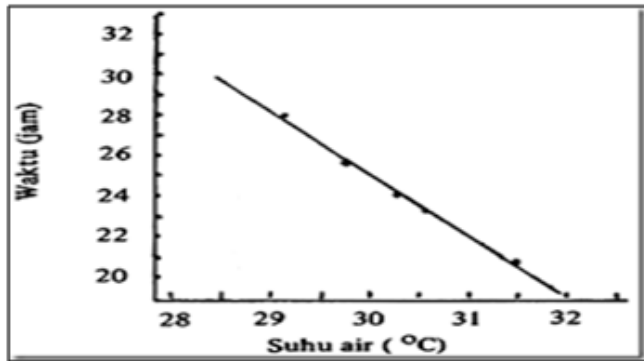


Gambar 5.1. Pasang surut

Sumber : Astronomi.doc

2. Suhu

Suhu air mengontrol kehidupan akuatik. Suhu dapat mengontrol metabolisme, reproduksi, dan siklus hidup. Disebabkan volume air estuaria yang lebih kecil dibandingkan luas permukaannya yang lebih besar, suhu air di estuaria lebih bervariasi daripada perairan pantai di sekitarnya. Perairan estuaria memiliki kecepatan panas dan dingin yang cepat (Wahyuni, 2016).

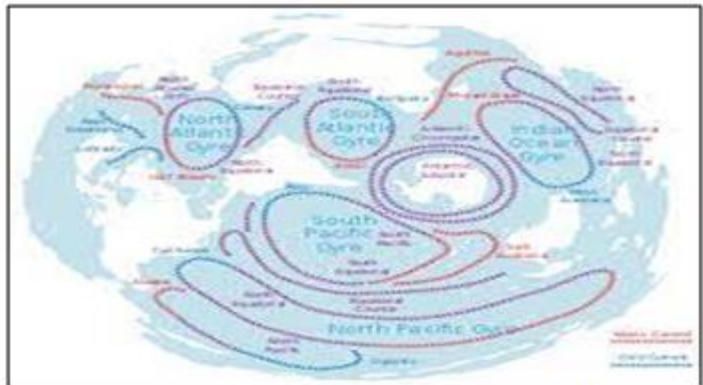


Gambar 5.2. Suhu Air

Sumber : TNutron.com

3. Arus

Salah satu parameter oseanografi yang sangat penting untuk menentukan kondisi perairan adalah arus. Ritme pasang surut dan aliran sungai menyebabkan arus di perairan payau (estuaria). Arus mempengaruhi keberadaan organisme perairan dengan berbagai cara, termasuk penyebaran, migrasi, dan tingkah laku ikan. Arus juga mempengaruhi pengelompokan makanan ikan secara langsung dan tidak langsung.



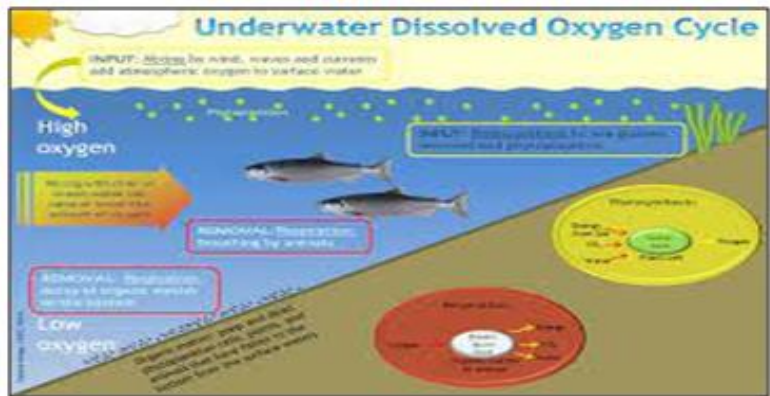
Gambar 5.3 Kondisi Arus Air

Sumber : Wikipedia

4. Oksigen terlarut

Karena suhu dan salinitas yang meningkat, masuknya air tawar dan air laut ke dalam estuaria, kedangkalan, pengadukan, dan pencampuran menyebabkan jumlah oksigen terlarut yang cukup pada kolom air. Semua makhluk hidup membutuhkan oksigen, namun, keadaan di sekitar estuaria memengaruhi tingkat oksigen dalam ekosistem estuaria.

Oksigen dibutuhkan oleh makhluk hidup, kandungan oksigen sangat dalam ekosistem estuaria sangat dipengaruhi oleh kondisi di sekitar estuaria; lebih banyak pepohonan di sekitar estuaria meningkatkan kandungan oksigen, dan sebaliknya.



Gambar 5.4 Oksigen Terlarut

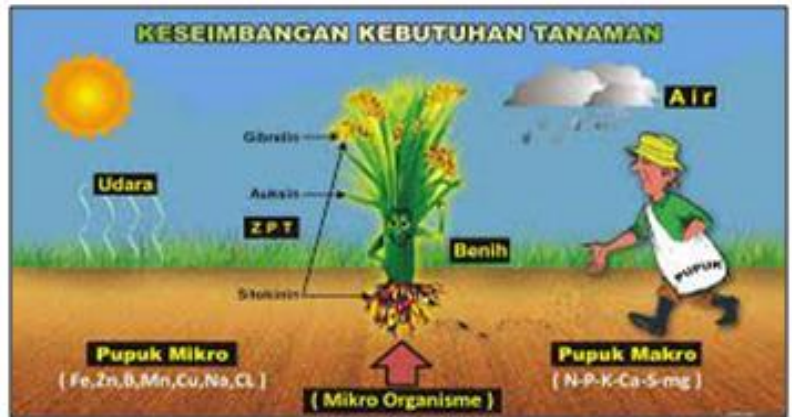
Sumber : Agustyar.com

5. Kekeruhan

Kekeruhan tertinggi terjadi pada saat aliran sungai paling tinggi. Kekeruhan paling rendah terjadi di dekat mulut estuaria, di mana kerena sepenuhnya berasal dari air laut, dan kekeruhan paling rendah terjadi di dekat hulu sungai.

6. Unsur hara

Menurut Nyabakken (1992), aktivitas di daratan menyumbang banyak nutrient kepada perairan pantai, termasuk estuaria, karena aliran membawa banyak nutrient penting seperti fosfat dan nitrat ke perairan pantai.



Gambar 5.5 Unsur Hara

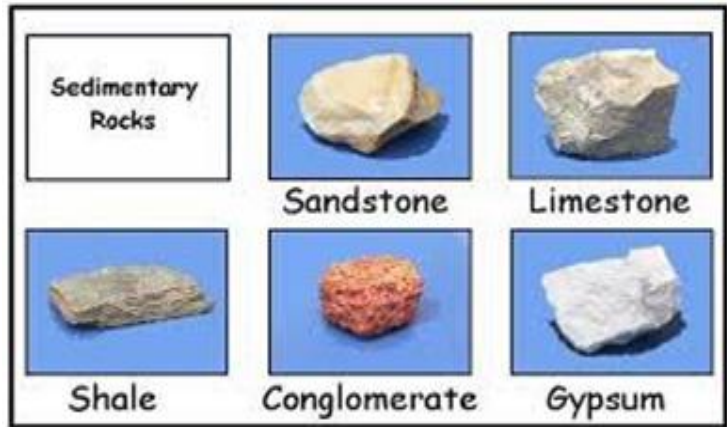
Sumber: Stockist Nasa

7. Sedimen

Sediment adalah pecahan material yang biasanya terdiri dari uraian batuan secara fisik dan kimia. Substrak berlumpur yang berasal dari sedimen air laut dan air tawar biasanya mendominasi sedimen estuaria.

Sebagian besar partikel lumpur di perairan payau kaya akan bahan organik, yang merupakan sumber makanan penting bagi organisme heterotrof. Ion yang berasal dari air laut mengumpulkan partikel lumpur untuk membentuk partikel yang lebih besar dan berat, yang kemudian mengendap untuk membentuk dasar lumpur.

Estuaria berfungsi sebagai penyimpan zat organik karena mereka memiliki produsen seperti mangrove, lamun, dan ganggang yang dapat mengubah hara menjadi bahan organik yang dapat digunakan oleh hewan. Jenis unsur organik ini memiliki tingkat kandungan yang lebih tinggi dibandingkan jenis lain (Kurniawati, *et al.*, 2014).



Gambar 5.6 Contoh Sedimen

Sumber : Pinhome.com

8. Salinitas

Salinitas merupakan kadar garam yang terlarut dalam air. Salinitas sangat mempengaruhi kehidupan organisme, apabila salinitas tinggi maka osmoregulasi pada tubuh makhluk hidup akan terganggu. Fluktuasi salinitas umum terjadi di perairan estuaria. Pola gradient salinitas bervariasi, bergantung pada musim, topografi estuaria, pasang surut air laut dan jumlah air tawar.

5.4 Peranan Ekologi Perairan Payau

Secara umum, perairan payau, memiliki tiga peran penting dalam lingkungan:

- 1) Sebagai sumber zat hara dan bahan organik yang diangkut melalui sirkulasi pasang surut air laut. Untuk pertumbuhan phytoplankton, lingkungan perairan estuaria adalah tempat yang sangat kaya akan nutrient, atau zat hara.
- 2) Tempat tinggal bagi banyak hewan, seperti kepiting, udang, dan ikan kecil
- 3) Sebagai tempat reproduksi dan pembesaran (nursery ground) bagi banyak ikan ekonomis penting (seperti ikan

baronang dan ikan sunu) dan invertebrata (seperti crustacea, bivalvia, echinodermata, annelida, dan masih banyak lagi kelompok infauna)

5.5 Hutan Mangrove

5.5.1 Karakteristik Mangrove

Salah satu jenis hutan yang banyak ditemukan di daerah muara dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut adalah hutan mangrove. Hutan mangrove juga disebut sebagai hutan pasang surut, hutan payau, hutan pantai, dan hutan bakau. Hutan mangrove, yang dibentuk oleh *Rhizophora sp.*, salah satu spesies yang menyusun kawasan mangrove banyak ditemukan di perairan pantai yang dangkal, estuaria, delta, dan wilayah pantai yang terlindung (Bengen, 2001).

Sulit bagi mangrove untuk tumbuh di wilayah pesisir yang berombak besar dan terjal serta arus pasang surut yang kuat. Akibatnya, mangrove banyak ditemukan di daerah pesisir yang tidak bermuara sungai, dimana aliran airnya banyak mengandung lumpur dan mengandung campuran air tawar dan air asin. Karena wilayah pesisir yang berombak besar dan terjal serta arus pasang surut yang kuat tidak memungkinkan pengendapan lumpur yang diperlukan untuk pertumbuhan mangrove, pertumbuhan mangrove di daerah pesisir yang tidak bermuara sungai tidak ideal. Suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, arus, kekeruhan, dan substrat dasar adalah komponen lingkungan yang mempengaruhi komunitas mangrove (Nybakken, 1992).



Gambar 5.7 Jenis Mangrove yang ada di Indonesia
(Sumber: Noor, *et al.*, 2006)

Mangrove yang sering ditemukan di pesisir pantai Indonesia termasuk *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Cerops*, *Xylocarpus*, *Lummitzera*, *Laguncularia*, *Aegiceras*, *Aegiatilis*, *Snaeda*, dan *Conaccarpus*. (Gambar 5.7). Tumbuhan mangrove sangat mampu menyesuaikan diri dengan sesuai keadaan lingkungan sangat berbahaya, seperti tanah yang tergenang dan tingkat salinitas tinggi. Beberapa jenis mangrove melakukan adaptasi dengan mengeluarkan garam dari jaringan, sistem akar napas untuk membantu memperoleh oksigen untuk sistem perakaran, dan berkembang dengan buah yang sudah berkecambah saat masih di pohon induknya, seperti *Bruguiera*, *Ceriops*, dan *Rhizophora*, karena kondisi lingkungan ini. Ada lima jenis akar mangrove: akar udara, akar papan, akar lutut, akar napas, dan akar tunjang. (Gambaran 5.2).



Gambar 5.8 Jenis Akar Mangrove
(Sumber: Tumangger dan Fitriani, 2019)

Secara umum, hutan mangrove memiliki ciri-ciri berikut, menurut Bengen (2000):

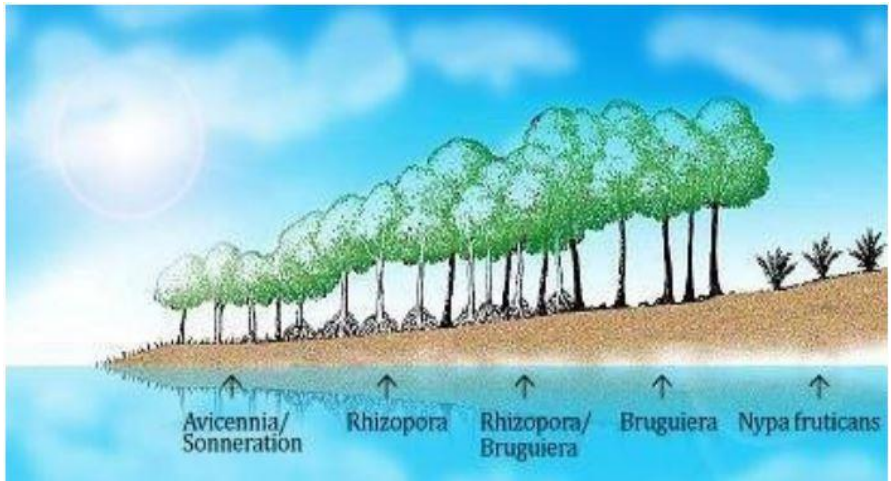
1. Tumbuh di daerah pasang surut dengan jenis tanah berlumpur dan berpasir
2. Tergenang secara teratur oleh air laut
3. Menerima pasokan air tawar sungai yang cukup
4. Proteksi energi gelombang besar
5. Suhu yang ideal untuk pertumbuhan mangrove adalah lebih dari 200 derajat Celcius, dengan perbedaan suhu musiman tidak lebih dari 50 derajat Celcius.
6. Tumbuh pada air yang memiliki salinitas payau (antara 2 dan 22 persen) hingga asin (hingga 38 persen).

5.5.2 Zonasi mangrove

Chandra *et al.* (2011) mengatakan bahwa mangrove adalah salah satu tumbuhan yang tahan terhadap salinitas dan hidup di pantai dengan iklim tropis dan substrat berlumpur. Mangrove memiliki kemampuan adaptasi yang berbeda tergantung pada jenisnya, sehingga berdampak lokasi spesiesnya.

Sistem zonasi biasanya mengikuti perkembangan komunitas mangrove di ekosistem. Pola zonasi dipengaruhi oleh variabel kawasan antara lain jenis tanah (lendut), kemungkinan

pasang surut, tingkat salinitas, dan hempasan gelombang. (Dahuri, 2003).



Gambar 5.9 Zonasi Mangrove
(Sumber: Bengen, 2002)

Menurut Bengen (2001), banyak variabel lingkungan, seperti jenis tanah dan variabilitas genangan pasang surut, memengaruhi penyebaran dan zonasi hutan mangrove. Zonasi hutan mangrove di Indonesia termasuk:

1. Zona *Avicennia* adalah daerah yang paling dekat dengan laut dan terletak di lapisan terluar hutan mangrove. Substratnya agak berpasir dan memiliki kadar garam tinggi. Mayoritas ditanam oleh *Avicennia* spp, yang biasanya berasosiasi dengan *Sonneratia* spp, yang menonjol tumbuh pada substrak dengan tanah berlumpur yang kaya bahan organik.
2. Zona *Rhizophora* diberada : Daerah darat yang mengandung *Avicennia* spp dan *Sonneratia* spp memiliki substrak tanah yang berlumpur, kadar garam yang rendah, dan sistem perakaran yang terendam selama pasang air laut.
3. Zona *Bruguiera* juga sering ditemukan di buritan kawasan rhizophora, dengan substrak tanah berlumpur agak keras. Perakaran tanaman lebih sensitif dan hanya terendam air saat pasan naik dua kali sebulan.

4. Zone *Nypah Fruticans* biasanya dihuni oleh *Nypah Fruticans* dan beberapa spesies palem lainnya di antara hutan mangrove dan hutan datarann rendah.

5.5.3 Manfaat dan peran mangrove

Sumber daya alam dengan kemampuan untuk dipulihkan atau sumber daya alam yang dapat dipulihkan, adalah bagian penting dari ekosistem pesisir. Ekosistem ini memiliki manfaat dan peran ekonomis dan ekologis. Mangrove memiliki manfaat ekonomi karena produksi kayu (untuk digunakan sebagai kayu bakar, arang, dan konstruksi) dan pariwisata. Dari perspektif ekologi, mangrove berfungsi sebagai perlindungan terhadap gelombang, angin, badai, pelindung pantai dari abrasi, penahan lumpur dan perangkap sedimen asuhan, lokasi pencarian makanan, dan lokasi pemijahan berbagai macam biota perairan (seperti ikan, udang, dan kerang-kerangan), dan penyerap CO₂ dan penghasil oksigen yang relatif tinggi.

Perairan pesisir, termasuk mangrove, bertanggung jawab atas jumlah karbon secara keseluruhan (Nasprianto et al., 2016). Hutan mangrove juga membantu melindungi wilayah pesisir dari erosi, badai, dan tsunami, memecah polutan atau tanah yang terkontaminasi, dan berpartisipasi dalam proses penyerapan karbon (Ushakiranmai & Rajasekhar, 2015). Latuconsina (2020) menyatakan bahwa ekosistem mangrove memiliki potensi yang besar untuk melakukan berbagai fungsi fisik, kimia, dan biologi, seperti:

1. Fungsi fisik
 - a) Menjaga bibir pantai stabil dari terjangan gelombang air laut
 - b) melindungi garis pantai dari abrasi
 - c) menggunakan sedimen secara berkala untuk membentuk lahan baru
 - d) sebagai kawasan penyangga air laut ke darat.

2. Fungsi kimia

- a) Menyerap CO₂ dan menghasilkan oksigen, sehingga membantu mengurangi laju pemanasan global
- b) Menyediakan nutrisi yang dibutuhkan biota laut untuk mengendalikan bahan limbah yang berasal dari pencemaran industri.

3. Fungsi biologi

- a) Sebagai penghasil serasah melalui rantai makanan, yang menjadi sumber makanan bagi hewan avertebrata
- b) Sebagai tempat pemijahan, mencari makan, dan memperluas biota laut. Selain itu, Hutan mangrove juga menampung fauna laut. yang tidak berhubungan dengan ikan, seperti *crustacea*, *mollusca* (*gastropoda* dan *bivalvia*), dan sebagainya. Menurut Gufron et al. (2012), hutan mangrove berperan sebagai tempat tinggal bagi kepiting, molluska, udang, serangga, burung, dan sebagainya, yang membuatnya sangat penting.
- c) Sebagai tempat berlindung, bersarang, dan berkembang biak bagi hewan. Hutan mangrove yang ada di Arakan Wawontulap dan Pulau Mentehage di Sulawesi Utara memiliki 53 jenis burung, 12 jenis satwa melata dan amfibia, serta 3 jenis mamalia (Gunawan, 1995).

DAFTAR PUSTAKA

- Bengen, D. G. 2000. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. PKSPL-IPB. Bogor.
- Bengen, D. G. 2001. *Sinopsis Ekosistem dan Sumber Daya Pesisir dan Laut*. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir Dan Lautan. IPB. Bogor
- Bengen, D. G. 2002. "*Ekosistem dan Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya*". Sinopsis, Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan (PKSPBL)-IPB. Bogor.
- Chandra, I.A., G. Seca, dan A.M.K. Hena, 2011. *Aboveground Biomass Production of Rhizophora apiculata Blume in Sarawak Mangrove Forest*. Agricultural and Biological Sciences, 6 (4), 469-474
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Darmawansa. Wahyuni, N., Jati, D.R. 2014. *Desalinasi Air Payau Dengan Media Adsorben Zeolit Di Daerah Pesisir Pantai Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten Mempawah*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Ghufran, M. dan Kordi, K.M. 2012. *Ekosistem Mangrove: Potensi, Fungsi dan Pengelolaan Pantai*. J Litbang Pertanian. 23(1):15-21.
- Gunawan, H. 1995. *Keragaman Jenis Ikan, Terumbu Karang dan Flora Fauna Hutan Mangrove, Taman Nasional Bunaken-Manado Tua*. Laporan Penelitian. Balai Penelitian Kehutanan Ujung Pandang.
- Kurniawati, A., Bengen, D. G., Maddupa, H. 2014. *Kondisi Rawa Mangrove dan Kepadatan Telescopium telescopium di Kawasan Laguna Segara Anakan, Kabupaten Cilacap*. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. 40 (2): 221-234.

- Latuconsina, H. 2020. *Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Noor, Y.R., M. Khazali, dan I. N. N. Suryadiputra. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetland International Indonesia Programme. Bogor.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Putra, Reza Rammiko., dkk. 2013. *Studi Kualitas Air Payau Untuk Budidaya Perikanan Di Kawasan Pesisir Kecamatan Linggo Sari Baganti Kabupaten Pesisir Selatan. Sumatera Barat: STKIP PGRI*.
- Tumangger, B.S., Fitriani. 2019. *Identifikasi dan Karakteristik Jenis Akar Mangrove Berdasarkan Kondisi Tanah dan Salinitas Air Laut di Kuala Langsa*. Jurnal Bioloica Samudra 1 (1): 009-016.
- Wahyuni, Sri. (2016). *Kelimpahan dan Keanekaragaman Gastropoda di Estuaria Cipatireman Pantai Singdangkerta Kecamatan Cipatujah Kabupaten Tasikmalaya*. Skripsi FKIP UNPAS. Tidak Dipublikasikan.

BAB VI

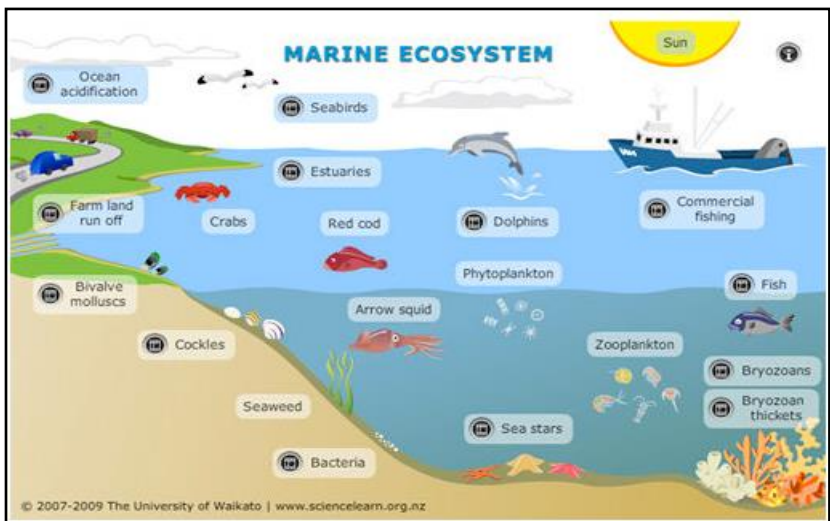
EKOLOGI PERAIRAN LAUT

6.1 Pendahuluan

Ekologi perairan laut adalah cabang ilmu ekologi yang mempelajari hubungan antara organism hidup dengan lingkungannya di perairan laut. Dalam pengertian yang lebih luas, ekologi perairan laut mencakup berbagai aspek yang terkait dengan organisme, factor abiotik, rantai makanan, siklus biogeokimia, struktur dan fungsi ekosistem, serta dampak manusia terhadap ekosistem perairan laut. Menurut Alheit et al. (2012), ekologi perairan laut merupakan cabang ilmu yang mempelajari hubungan dinamis antara organism laut, termasuk mikroorganisme, tumbuhan, hewan, dan manusia, dengan lingkungan fisik dan kimia di perairan laut. Tujuan utama ekologi perairan laut adalah untuk memahami struktur dan fungsi ekosistem laut serta interaksi organism dengan factor lingkungan dalam konteks yang lebih luas. Perbedaan antara ekosistem perairan laut, ekosistem darat, dan ekosistem air tawar sangat signifikan. Masing-masing ekosistem memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi organisme yang hidup di dalamnya, interaksi antara organisme, dan sifat-sifat fisik dan kimia dari lingkungan tempat mereka berada.

Ekosistem perairan laut memiliki factor lingkungan yang berbeda dengan ekosistem darat dan air tawar. Menurut Naeem et al. (2012), factor lingkungan utama dalam ekosistem perairan laut adalah salinitas air, yang merupakan jumlah garam terlarut di dalamnya. Air laut memiliki salinitas yang tinggi, sementara air tawar dan tanah di ekosistem darat memiliki salinitas yang jauh

lebih rendah. Perbedaan dalam salinitas air sangat mempengaruhi organisme yang dapat hidup di ekosistem perairan laut. Organisme laut telah beradaptasi untuk bertahan dalam salinitas yang tinggi, sementara organisme air tawar dan darat biasanya tidak mampu bertahan dalam salinitas yang sama. Selain itu, salinitas yang tinggi juga berdampak pada berbagai proses biologis, seperti proses osmoregulasi organisme laut yang harus menyesuaikan keseimbangan air dan garam dalam tubuh mereka.



Gambar 6.1. Ekosistem Perairan Laut

(Sumber : <http://sciencelearn.org.nz>)

Selain salinitas, factor abiotik lainnya juga berbeda antara ekosistem perairan laut, ekosistem darat, dan ekosistem air tawar. Misalnya, suhu air laut cenderung lebih stabil dan kurang bervariasi dibandingkan dengan suhu di ekosistem darat dan air tawar yang dapat mengalami fluktuasi yang lebih besar. Hal ini dapat memengaruhi proses biologis dan siklus kehidupan organisme laut. Kecerahan juga menjadi factor penting dalam ekosistem perairan laut. Air laut yang cenderung lebih transparan memungkinkan sinar matahari menembus lapisan bawah

permukaan laut, mempengaruhi produktivitas dan pola distribusi organism laut serta aktivitas fotosintesis fitoplankton. Selanjutnya, oksigen terlarut juga berbeda antara ketiga ekosistem tersebut. Air laut memiliki kandungan oksigen terlarut yang lebih rendah dibandingkan dengan air tawar dan udara di ekosistem darat. Hal ini memengaruhi tingkat oksigen yang tersedia bagi organism laut, terutama dalam kondisi lingkungan yang memiliki tingkat suhu yang tinggi atau aliran air yang lambat. Tekanan hidrostatik juga merupakan faktor yang berbeda dalam ketiga ekosistem tersebut. Tekanan hidrostatik di dalam perairan laut cenderung lebih besar dibandingkan dengan di ekosistem darat dan air tawar. Hal ini disebabkan oleh kedalaman air dan berat kolom air yang menekan organism laut. Perbedaan ini dapat memengaruhi perilaku, distribusi, dan morfologi organism laut.

Keanekaragaman hayati di ekosistem perairan laut memiliki karakteristik yang unik dibandingkan dengan ekosistem darat dan air tawar. Menurut Mora et al. (2011), perairan laut memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekosistem darat dan air tawar. Hal ini dapat disebabkan oleh sejumlah faktor, termasuk perbedaan kondisi fisik dan kimia di perairan laut serta adanya lebih banyak spesies organisme yang spesialis dalam menghuni lingkungan laut. Fitoplankton, zooplankton, ikan, moluska, krustasea, dan mamalia laut adalah beberapa contoh organism laut yang berperan dalam menjaga keanekaragaman hayati di ekosistem perairan laut.

Dampak manusia terhadap ekosistem perairan laut juga berbeda dengan dampak terhadap ekosistem darat dan air tawar. Menurut Halpern et al. (2008), aktivitas manusia seperti polusi, perubahan iklim, eksploitasi sumberdaya, dan kerusakan habitat memiliki dampak besar terhadap ekosistem perairan laut. Dampak tersebut dapat mengarah pada penurunan kualitas air,

kerusakan terumbu karang, penangkapan ikan berlebihan, dan hilangnya keanekaragaman hayati laut.

6.2 Faktor Lingkungan Ekosistem Perairan Laut

Ekosistem perairan laut adalah lingkungan yang sangat kompleks yang mencakup interaksi antara berbagai factor fisik, kimia, dan biologi. Parameter fisik, kimia, dan biologi ini saling berhubungan dan berperan penting dalam membentuk struktur dan fungsi ekosistem perairan laut. Berikut adalah 3 parameter lingkungan yang ada di ekosistem perairan laut yaitu sebagai berikut:

6.6.1 Parameter Fisik

Parameter fisik seperti suhu, salinitas, tekanan hidrostatik, dan kejernihan air merupakan factor penting yang mempengaruhi ekosistem perairan laut. Pemahaman yang mendalam tentang parameter fisik ini menjadi kunci dalam memahami dinamika dan keberlanjutan ekosistem laut. Berikut ini adalah parameter fisik yang ada di ekosistem perairan laut yaitu:

a. *Suhu Perairan*

Suhu air dalam perairan laut merujuk pada tingkat kepanasan atau kesejukan air. Ahli-ahli seperti Rahardjo dan Harpasis (1983) menganggap suhu sebagai parameter yang sangat penting dalam lingkungan laut. Sehingga, dalam setiap penelitian, pengukuran suhu permukaan laut selalu dilakukan. Pengetahuan tentang suhu perairan menjadi sangat krusial karena membantu memahami proses fisika, kimia, dan biologi yang berlangsung di lautan. Suhu air laut, terutama di lapisan permukaan, dipengaruhi oleh paparan sinar matahari. Dalam penelitian ini, wilayah perairan dengan suhu yang serupa dihubungkan oleh garis-garis yang disebut isotherm. Isotherm biasanya sejajar dengan garis lintang bumi karena wilayah-wilayah yang memiliki radiasi

dan penerimaan sinar matahari yang serupa cenderung memiliki suhu yang mirip.

Suhu perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk radiasi matahari, arus laut, kondisi atmosfer, dan kedalaman perairan. Menurut Hela dan Laevastu (1981) yang dikutip dalam Limbong (2008), suhu permukaan laut dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti panas matahari, arus permukaan, kondisi awan, upwelling, divergensi, dan konvergensi, terutama di daerah muara dan garis pantai. Perbedaan radiasi matahari di setiap wilayah juga menyebabkan variasi suhu, yang berhubungan dengan letak geografis lintang. Penjelasan ini menyoroti kompleksitas faktor-faktor yang memengaruhi suhu perairan laut dan pentingnya pemahaman mengenai dinamika suhu dalam ekosistem perairan.

Menurut Nontji (2005), suhu perairan laut dipengaruhi oleh beberapa factor meteorology seperti curah hujan, suhu udara, dan kecepatan angin, sehingga suhu permukaan laut cenderung mengikuti pola musiman. Sebagai contoh, saat musim pancaroba, angin cenderung lemah dan permukaan laut menjadi tenang, meningkatkan proses pemanasan di permukaan secara signifikan. Dampaknya, pada musim pancaroba, suhu lapisan permukaan mencapai puncaknya. Pemahaman tentang hubungan antara factor meteorologi dan suhu perairan membantu dalam memahami pola perubahan suhu laut dan keterkaitannya dengan fenomena iklim musiman dan perubahan cuaca di wilayah tertentu.

b. *Salinitas*

Menurut Mubarak (2016), Salinitas merujuk pada jumlah garam yang larut dalam air. Satuannya adalah per mil (‰), yang menyatakan jumlah berat total (gr) material padat seperti NaCl yang terkandung dalam 1000 gram air. Menurut As-Syakur dan Wiyanto (2016), faktor lain seperti cuaca, penguapan, dan curah hujan juga mempengaruhi

nilai salinitas, yang berdampak pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup organism laut. Perairan laut di wilayah yang lebih dekat dengan garis khatulistiwa umumnya memiliki salinitas yang lebih rendah karena curah hujan yang tinggi dan kontribusi air tawar dari sungai. Salinitas mempengaruhi densitas air laut, yang berdampak pada pola sirkulasi dan distribusi organism laut. Beberapa organism laut lebih toleran terhadap fluktuasi salinitas, sementara yang lain memiliki saran salinitas yang lebih spesifik untuk bertahan hidup. Perubahan dalam salinitas dapat menyebabkan pergerakan organism laut ke wilayah yang memiliki kondisi yang lebih sesuai bagi kehidupan mereka.

c. Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang dihasilkan oleh kolom air di atasnya dan meningkat seiring dengan kedalaman perairan. Parameter ini mempengaruhi distribusi organis melaut dan perilaku fisik lainnya. Organisme yang hidup di berbagai kedalaman perairan telah mengembangkan adaptasi khusus untuk bertahan pada tekanan yang berbeda-beda. Pada kedalaman yang lebih besar, tekanan hidrostatik dapat menjadi faktor yang membatasi kehidupan bagi beberapa organism laut yang tidak dapat mentolerir tekanan yang tinggi. Namun, di wilayah kedalaman yang lebih dangkal, tekanan hidrostatik menjadi lebih rendah, dan kondisi ini memungkinkan perkembangbiakan dan kehidupan beragam organism laut.

d. Kekeruhan

Kekeruhan air adalah kondisi di mana partikel-padat tersuspensi, seperti lumpur, tanah, alga, dan bahan organik, hadir dalam jumlah yang signifikan dalam air, sehingga menyebabkan air terlihat keruh atau kabur. Para peneliti lingkungan dan ilmu kelautan telah menyelidiki kekeruhan air secara luas karena dampaknya pada ekosistem perairan dan kualitas air. Menurut Fattah dkk.,(2014), Sifat optik kekeruhan terjadi karena penyebaran cahaya oleh partikel

koloid di dalam air, di mana partikel-partikel ini tersebar (melayang) dan teruraikan dalam medium disperse. Partikel-partikel ini menyebabkan cahaya sulit menembus air, mempengaruhi jarak pandang di bawah permukaan laut. Tingkat kekeruhan perairan memainkan peran penting dalam kualitas ekosistem laut, pengaruh fotosintesis, dan kelangsungan hidup organisme akuatik.

6.6.2 Parameter Kimia

Ekosistem perairan laut adalah lingkungan yang kompleks di mana berbagai makhluk hidup dan komponen non-hidup berinteraksi satu sama lain. Parameter kimia adalah aspek penting dari ekosistem ini, karena mereka mempengaruhi kondisi fisik dan kimia air, yang pada gilirannya mempengaruhi organisme yang tinggal di sana. Beberapa parameter kimia utama yang mempengaruhi ekosistem perairan laut adalah pH, oksigen terlarut, nutrisi, dan polutan.

a. pH

pH adalah indikator untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan dalam air, yang mencerminkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam larutan. Skala pH berkisar dari 0 hingga 14, dengan pH 7 menunjukkan sifat netral. Ketika pH kurang dari 7, larutan dianggap bersifat asam, sedangkan larutan akan bersifat basa jika pH lebih dari 7. Penting untuk diingat bahwa sebagian besar organisme laut, termasuk plankton, ikan, dan karang, memiliki kisaran toleransi pH tertentu yang diperlukan untuk kelangsungan hidup dan reproduksi mereka.

Dekomposisi bahan organik menjadi garam mineral seperti amonia, nitrat, dan fosfat memberikan manfaat krusial bagi pertumbuhan fitoplankton dan tumbuhan air. Tingkat percepatan proses ini dapat diintensifkan jika pH larutan bersifat basa dan stabil, seperti yang dijelaskan oleh Afriyanto dan Liviawaty (1991). Purnomo (1987) juga menyatakan bahwa ketika pH mencapai nilai di atas 7,

ammonia akan lebih banyak berada dalam bentuk molekul NH_3 dari pada ion NH_4 . Kondisi ini memiliki potensi untuk menyebabkan penetrasi NH_3 melalui membrane sel atau menyebabkan kerusakan pada jaringan insang, yang dapat menyebabkan hiperplasia branchia. Peningkatan atau penurunan pH di luar kisaran toleransi dapat menyebabkan perubahan dalam populasi organisme dan menyebabkan masalah seperti bleaching pada terumbu karang.



Gambar 6.2. Bleaching Terumbu Karang

(Sumber :<https://majalahcsr.id/>)

b. Oksigen Terlarut

Brotowidjoyo et al. (1995) menyatakan bahwa di perairan terbuka, oksigen terlarut cenderung berada dalam kondisi alami, sehingga jarang ditemukan kondisi di mana perairan terbuka kekurangan oksigen. Walaupun demikian, di lingkungan terbuka, kandungan oksigen dalam perairan tidak seragam dan dapat berfluktuasi tergantung pada siklus, lokasi, dan musim. Kadar oksigen terlarut juga mengalami variasi harian dan musiman, yang disebabkan oleh proses pencampuran massa air, pergerakan massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, serta masukan limbah kedalam badan air (Effendi, 2003). Kadar oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan kondisi hipoksia (kurangnya oksigen) atau anoksia (tidak ada oksigen) di perairan laut. Kondisi ini dapat menyebabkan kematian

massal ikan dan organism laut lainnya, serta mengganggu keselarasan ekosistem.

c. *Nutrien*

Tumbuhan yang hidup di lingkungan air laut memerlukan unsur N (nitrogen) dan P (fosfor) dalam bentuk ion PO_4 sebagai nutrient atau unsur hara makro yang diperlukan untuk pertumbuhannya (Brotowidjoyo et al., 1995). Nutrien adalah zat-zat kimia yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan organis melaut. Nutrien utama meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan unsur-unsur lain seperti besi (Fe) dan silikon (Si). Nutrien berasal dari berbagai sumber seperti aliran sungai, limbah manusia, dan aktivitas alami seperti dekomposisi organisme. Ketika nutrient berlimpah di perairan laut, terutama nitrogen dan fosfor, dapat menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi adalah proses di mana pertumbuhan alga yang berlebihan terjadi, menciptakan "bloom" alga. Ketika alga mati, proses dekomposisi yang besar mengurangi kandungan oksigen terlarut, yang pada gilirannya dapat menyebabkan hipoksia dan kematian missal organism laut.

d. *Polutan*

Polusi adalah salah satu tantangan terbesar dalam ekosistem perairan laut. Polutan bisa berasal dari berbagai sumber, termasuk limbah industri, pertanian, pemukiman, dan minyak bocor. Polutan dapat berupa zat kimia berbahaya, logam berat, minyak, plastik, dan banyak lagi. Polusi dapat memiliki dampak serius pada organis melaut dan ekosistem secara keseluruhan. Misalnya, minyak bocor dapat menyebabkan keracunan pada ikan dan burung laut, plastik yang terbawa air dapat menyebabkan tersedak pada satwa laut, dan logam berat dapat menyebabkan kerusakan organism dalam jangka panjang.

6.6.3 Parameter Biologis

Parameter biologi perairan laut mencakup berbagai factor biologis yang relevan dalam mengukur kualitas dan keberlanjutan ekosistem laut. Faktor-faktor ini sangat penting karena mencerminkan kesehatan dan produktivitas lingkungan laut yang menjadi sumber makanan bagi berbagai organisme.

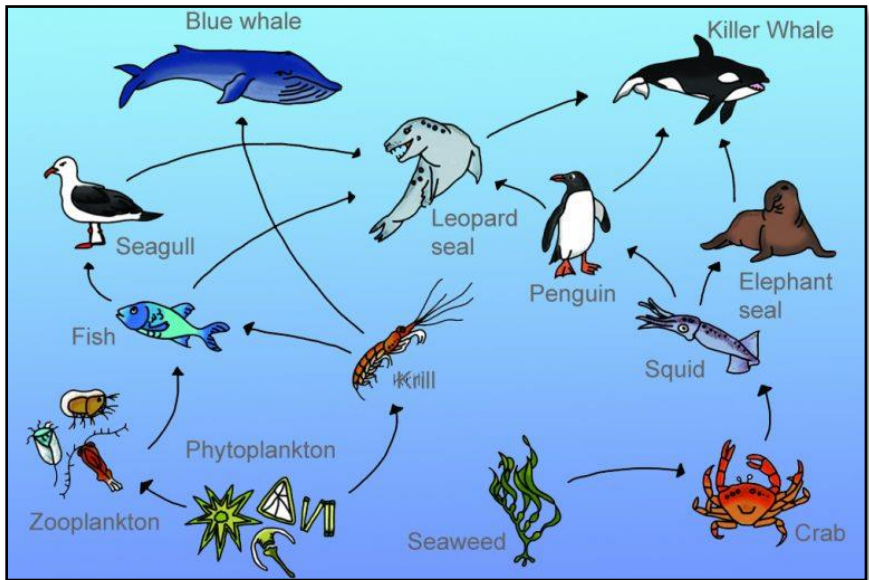
Menurut Brotowidjoyo et al., (1995) Salah satu parameter biologi yang sangat signifikan adalah keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Keanekaragaman hayati mengukur jumlah dan variasi spesies organisme yang ada di perairan laut. Semakin tinggi keanekaragaman hayati, semakin stabil dan beragam ekosistem laut. Penurunan keanekaragaman hayati dapat mengancam rantai makanan dan menyebabkan gangguan ekologis yang luas. Selain itu, kelimpahan populasi (*population abundance*) juga menjadi parameter penting. Parameter ini mengukur jumlah individu dari suatu spesies dalam suatu wilayah perairan laut pada waktu tertentu. Informasi mengenai kelimpahan populasi membantu memahami dinamika populasi suatu organisme dan dapat memberikan petunjuk tentang keseimbangan ekosistem laut. Produktivitas primer (*primary productivity*) adalah faktor lain yang tak kalah penting. Parameter ini mengacu pada tingkat produksi energi oleh tumbuhan dan fitoplankton melalui fotosintesis. Produktivitas primer berperan sebagai dasar rantai makanan, di mana energy dari tumbuhan diteruskan keorganisme konsumen lainnya. Tingkat produktivitas primer akan berdampak pada kelimpahan dan kesehatan seluruh ekosistem laut.

Tingkat pertumbuhan (*growth rate*) juga menjadi salah satu parameter yang relevan. Tingkat pertumbuhan organism laut mencerminkan kondisi lingkungan dan ketersediaan sumberdaya. Pertumbuhan yang baik menunjukkan lingkungan yang mendukung perkembangan organisme dan ekosistem secara keseluruhan. Tidak kalah pentingnya, kelangsungan hidup (*survival rate*) dari organism laut adalah parameter biologi yang

berharga. Tingkat kelangsungan hidup yang tinggi menandakan kesehatan ekosistem dan keberlanjutan sumber makanan. Parameter ini dapat memberikan gambaran tentang kestabilan populasi dan interaksi antar spesies di lingkungan laut. (Effendi, 2003).

6.3 Jaring Makanan dan Keterkaitan Trofik

Ekosistem perairan laut di Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem global. Dalam ekosistem perairan laut, jarring makanan dan keterkaitan trofik adalah dua konsep yang sangat relevan dan saling terkait. Jaring makanan adalah representasi kompleks dari interaksi makan-memakan antar organisme dalam ekosistem laut. Konsep ini mencerminkan aliran energi dan nutrisi dari satu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya dalam suatu rantai makanan. Dalam ekosistem perairan laut, jarring makanan terbentuk oleh berbagai kelompok organisme yang saling berhubungan sebagai produsen, konsumen, dan predator. Beberapa penelitian di Indonesia telah menggali jarring makanan dan keterkaitan trofik dalam ekosistem perairan laut. Misalnya, Sudaryono (2011) melakukan penelitian tentang struktur dan jarring makanan di perairan Teluk Jakarta. Hasil penelitiannya memberikan wawasan tentang interaksi makan-memakan antara berbagai jenis organisme di wilayah tersebut.



Gambar 6.3. Contoh jarring Makanan Perairan Laut

(Sumber : Scienceabc.com)

Produsen adalah organisme yang mampu menghasilkan makanan sendiri melalui proses fotosintesis, seperti fitoplankton dan makroalga. Konsumen primer adalah organism herbivor yang memakan produsen, seperti zooplankton dan beberapa spesies ikan herbivor. Konsumen sekunder adalah organism karnivor yang memakan konsumen primer, seperti ikan karnivor dan beberapa jenis udang. Proses ini berlanjut hingga mencapai predator tertinggi dalam rantai makanan, seperti hiu, lumba-lumba, atau paus, yang dikenal sebagai konsumen tingkat atas.

Keterkaitan trofik merupakan aspek penting dalam ekologi perairan laut di Indonesia. Hubungan timbale balik antar organism dalam ekosistem perairan laut sangat berperan dalam menjaga keseimbangan dan keberlanjutan ekosistem. Keterkaitan trofik ini mencakup berbagai aspek, termasuk hubungan makan-memakan, persaingan, dan kompetisi di antara berbagai kelompok organisme. Ketika terjadi gangguan pada satu tingkat trofik, dampaknya dapat menyebar keseluruh jaring

makanan dan mempengaruhi kelimpahan dan distribusi populasi organism lainnya.

Misalnya, peningkatan populasi konsumen primer seperti zooplankton dapat menyebabkan penurunan kelimpahan produsen, seperti fitoplankton, karena zooplankton memangsa fitoplankton sebagai sumber makanan mereka. Keterkaitan trofik ini membantu menjaga keseimbangan dan kelimpahan berbagai organism dalam ekosistem perairan laut di Indonesia. Selain itu, keterkaitan trofik juga berperan dalam menjaga stabilitas rantai makanan. Predator tingkat atas seperti hiu, lumba-lumba, atau paus dapat berfungsi sebagai pengendali populasi organisme di tingkat trofik yang lebih rendah, sehingga mencegah perubahan ekstrem dalam kelimpahan dan komposisi populasi dalam ekosistem laut.

Memahami jaring makanan dan keterkaitan trofik dalam ekosistem perairan laut di Indonesia memiliki implikasi yang signifikan dalam upaya konservasi dan pengelolaan sumberdaya laut yang berkelanjutan. Pengetahuan tentang struktur jaring makanan memungkinkan kita untuk mengidentifikasi dan memahami berbagai kelompok organisme yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan keanekaragaman hayati di perairan laut Indonesia.

Dengan pemahaman ini, para peneliti dan pengambil kebijakan dapat merancang strategi pengelolaan perikanan yang tepat, termasuk penentuan kuota penangkapan dan kawasan konservasi. Pemahaman tentang keterkaitan trofik juga membantu dalam merancang langkah-langkah konservasi untuk mengatasi masalah ekologis, seperti overfishing dan degradasi habitat, yang dapat mengancam keberlanjutan ekosistem perairan laut di Indonesia.

6.4 Peran Manusia dalam Ekosistem Perairan Laut

Peran manusia dalam ekosistem perairan laut sangat penting dan beragam. Manusia berinteraksi langsung dengan lingkungan laut melalui berbagai aktivitas seperti penangkapan ikan, pariwisata, transportasi, dan industri. Aktivitas penangkapan ikan merupakan sumber pangan dan ekonomi bagi masyarakat di sekitar perairan laut. Namun, overfishing dapat mengancam keberlanjutan sumberdaya ikan dan menyebabkan perubahan pada struktur ekosistem perairan. Pariwisata di perairan laut memberikan kesempatan untuk menikmati keindahan alam bawah laut, namun juga dapat menyebabkan dampak negative seperti kerusakan terumbu karang. Selain itu, pencemaran dan pembuangan limbah manusia dapat menyebabkan degradasi kualitas air dan berdampak pada kesehatan ekosistem laut secara keseluruhan.

6.5 Dampak Aktifitas Manusia Terhadap Ekosistem Perairan Laut

Ekosistem perairan laut adalah lingkungan yang sangat sensitif dan kompleks, dan dampak dari aktivitas manusia terhadap ekosistem ini telah menjadi salah satu tantangan terbesar dalam menjaga keberlanjutan lingkungan laut. Berbagai aktivitas manusia, seperti pencemaran, overfishing, pembangunan pesisir, dan perubahan iklim, telah menyebabkan gangguan serius pada ekosistem perairan laut.

Pencemaran laut menjadi salah satu ancaman utama bagi keseimbangan ekosistem perairan laut. Pencemaran oleh limbah industri, pertanian, dan domestic dapat mengakibatkan peningkatan konsentrasi nutrient seperti nitrogen dan fosfor di dalam air laut. Akibatnya, fenomena eutrofikasi dapat terjadi, di mana ledakan populasi alga dan fitoplankton terjadi akibat ketersediaan nutrient berlebih. Ketika alga dan fitoplankton mati dan diurai oleh dekomposer, seperti bakteri, mereka mengkonsumsi oksigen dalam jumlah besar. Kondisi ini

menyebabkan hipoksia atau kekurangan oksigen di perairan laut, yang mengakibatkan kematian massal ikan dan organisme laut lainnya.

Overfishing atau penangkapan ikan berlebihan adalah masalah lain yang mempengaruhi ekosistem perairan laut. Penangkapan ikan secara besar-besaran tanpa memperhatikan tingkat reproduksi ikan dapat menyebabkan penurunan populasi ikan, terutama ikan predator di tingkat trofik yang lebih tinggi. Akibatnya, kelimpahan konsumen primer seperti zooplankton dan ikan-ikan kecil dapat meningkat karena mereka tidak lagi dimangsa oleh predator alamnya. Kondisi ini dapat menyebabkan perubahan struktur ekosistem perairan laut dan mengganggu keseimbangan trofik yang telah terbentuk selama ribuan tahun.

Nurjannah (2020) dalam penelitiannya menyatakan bahwa Penangkapan ikan secara berlebihan dan destruktif telah menyebabkan penurunan populasi ikan karang di perairan Indonesia. Dampak penangkapan ikan secara berlebihan dan destruktif terhadap penurunan populasi ikan karang di perairan Indonesia memiliki implikasi yang luas bagi ekosistem perairan laut. Ikan karang merupakan salah satu komponen penting dalam ekosistem terumbu karang yang kompleks dan sensitif. Kehadiran ikan karang berperan dalam menjaga keseimbangan dan keberlanjutan ekosistem terumbu karang, serta berkontribusi pada keanekaragaman hayati laut.

Penangkapan ikan karang secara berlebihan menyebabkan berkurangnya jumlah ikan karang dalam populasi. Dalam jangka panjang, hal ini dapat mengganggu jaring makanan dan keterkaitan trofik di ekosistem perairan laut. Ikan karang adalah konsumen tingkat atas dalam jaring makanan laut yang memakan fitoplankton dan zooplankton. Sebagai konsumen tingkat atas, ikan karang berperan dalam mengontrol populasi hewan-hewan herbivor di tingkat trofik yang lebih rendah. Ketika jumlah ikan karang berkurang, maka kelimpahan hewan herbivore seperti

zooplankton dapat meningkat, yang berdampak pada penurunan kelimpahan fitoplankton karena zooplankton memangsa fitoplankton sebagai sumber makanan mereka.

Pembangunan pesisir juga menyebabkan dampak besar pada ekosistem perairan laut. Pembangunan pelabuhan, tempat wisata, dan infrastruktur lainnya dapat merusak dan mengurangi kelimpahan habitat alami seperti terumbu karang, padang lamun, dan hutan mangrove. Hilangnya habitat ini dapat menyebabkan penurunan populasi organisme yang bergantung pada habitat tersebut dan mengganggu keseimbangan trofik dalam ekosistem perairan laut.

6.5.1 Pendekatan berkelanjutan dalam memanfaatkan sumberdaya perairan laut

Untuk menjaga keberlanjutan ekosistem perairan laut, diperlukan pendekatan berkelanjutan dalam memanfaatkan sumberdaya perairan laut. Beberapa pendekatan yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut:

- **Pengelolaan Sumber Daya**

Pengelolaan sumber daya perairan laut harus didasarkan pada pengetahuan ilmiah yang kuat, termasuk penelitian tentang populasi ikan, kualitas air laut, dan kesehatan ekosistem laut secara keseluruhan. Pendekatan manajemen ekosistem, seperti pengelolaan berbasis ekosistem, harus diadopsi untuk mempertimbangkan interaksi kompleks antara spesies dan factor lingkungan dalam ekosistem perairan laut.

- **Penyusunan Peraturan**

Penting untuk mengembangkan dan menerapkan peraturan yang ketat dalam penangkapan ikan dan aktivitas lainnya di perairan laut. Pembatasan musim penangkapan, ukuran minimum ikan yang boleh ditangkap, dan kuota tangkapan ikan adalah contoh langkah-langkah yang dapat membantu membatasi dampak dari overfishing.

- **Konservasi Habitat**

Perlindungan dan pemulihan habitat alami seperti terumbu karang, padang lamun, dan hutan mangrove sangat penting untuk mendukung keberlanjutan ekosistem perairan laut. Pengelolaan taman laut dan kawasan konservasi lainnya harus diterapkan untuk melindungi area-area penting bagi reproduksi dan perkembangbiakan organism laut.

- **Pengurangan Pencemaran**

Upaya untuk mengurangi pencemaran air laut harus menjadi prioritas. Peningkatan infrastruktur pengolahan limbah dan penggunaan teknologi ramah lingkungan di industri dan pertanian dapat membantu mengurangi beban pencemaran yang masuk ke perairan laut.

- **Promosi Akulturasi**

Pendidikan dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya keberlanjutan ekosistem perairan laut harus ditingkatkan. Pengenalan nilai-nilai akulturasi (cara hidup berkelanjutan dengan lingkungan) dapat membantu mendorong masyarakat untuk bertindak lebih berhati-hati dalam memanfaatkan sumberdaya perairan laut.

6.5.2 Tanggung jawab individu dan masyarakat dalam menjaga keberlanjutan ekosistem perairan laut

Mengatasi dampak negative terhadap ekosistem perairan laut adalah tanggung jawab bersama bagi setiap individu dan masyarakat. Beberapa cara individu dan masyarakat dapat berkontribusi dalam menjaga keberlanjutan ekosistem perairan laut adalah sebagai berikut:

- **Pengurangan Penggunaan Plastik**

Mengurangi penggunaan plastic sekali pakai dan memastikan bahwa sampah plastic didaur ulang dengan

benar akan membantu mengurangi jumlah plastik yang mencemari laut dan mengancam organism laut.

- **Memilih Ikan yang Berkelanjutan**

Mengkonsumsi ikan yang berasal dari tangkapan ikan yang berkelanjutan atau budidaya yang bertanggung jawab dapat mendukung praktik perikanan yang berkelanjutan.

- **Partisipasi dalam Kegiatan Konservasi**

Masyarakat dapat berpartisipasi dalam kegiatan konservasi, seperti pembersihan pantai, pemulihan terumbu karang, dan pemeliharaan kawasan konservasi, untuk mendukung upaya pelestarian ekosistem perairan laut.

- **Pendidikan dan Penyuluhan**

Pendidikan dan penyuluhan tentang pentingnya menjaga ekosistem perairan laut harus disosialisasikan kepada masyarakat, khususnya generasi muda. Dengan pengetahuan yang tepat, masyarakat akan lebih cenderung menghargai dan melindungi lingkungan laut.

- **Kolaborasi dan Partisipasi**

Kolaborasi antara pemerintah, organisasi non-pemerintah, sector swasta, dan masyarakat sangat penting dalam mengatasi masalah keseimbangan trofik dalam ekosistem perairan laut. Partisipasi aktif dari semua pihak akan memperkuat usaha pelestarian dan keberlanjutan ekosistem laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto, E dan E. Liviawaty. 1991. Teknik Pembuatan Tambak Udang. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- As-Syakur, A. R., & Wiyanto, D. B. (2016). Studi Kondisi Hidrologis Sebagai Lokasi Penempatan Terumbu Buatan Di Perairan Tanjung Benoa Bali. *Jurnal Kelautan*, 9 (1), 85–92
- Alheit, J., Floeter, J., Pitcher, T., & Storr-Paulsen, M. (2012). Ecological interactions and fisheries: Contrasting views and future directions. *Marine Ecology Progress Series*, 445, 1-7.
- Brotowijoyo, M. D., Dj. Tribawono., E. Mulbyantoro., 1995. Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air. Liberty: Yogyakarta
- Effendi. H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fatah.L.A dan Habiansyah.S., 2014, Alat Pendeteksi Kekeruhan Air Pada Toren Dengan Sensor LDR Dan Buzzer Berbasis Atmega8535, *Jurnal LPKIA*, Vol 1 No 1.
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., ... & Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865), 948-952.
- Hela I, Laevastu T. 1993. Fisheries Oceanography. London : Fishing News Book
- Limbong M. 2008. Pengaruh Suhu Permukaan Laut Terhadap Jumlah dan Ukuran Hasil Tangkapan Ikan Cakalang di Perairan Teluk Jawa Barat [skripsi]. Bogor :Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan.
- Mubarok, Fahmi Harianto Wibowo, M. C. (2016). Pengendalian Salinitas Pada Air Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *Journal of Control and Network Systems*. 5(1), 73–86

- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G., & Worm, B. (2011). How many species are there on Earth and in the ocean?. *PLoS Biology*, 9(8), e1001127.
- Naeem, S., Duffy, J. E., & Zavaleta, E. (2012). The functions of biological diversity in an age of extinction. *Science*, 336(6087), 1401-1406.
- Nontji A. 2005. Laut Nusantara. Jakarta :Djambatan. 368 hal
- Nurjannah, A. (2020). Dampak Penangkapan Ikan Berlebihan terhadap Populasi Ikan Karang di Perairan Indonesia. *JurnalKelautan dan Perikanan*, 10(2), 99-112
- Purnomo. A. 1992. Site Selection for Sustainable Coastal Shrimp Ponds. Central Reseach Institute for Fishery. Agency for Agriculture and Development Minstry of Agriculture. Jakarta-Bandung
- Rahardjo S, Harpasis SS. 1983. Oseanografi Perikanan. Jakarta :Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
- Sudaryono, A. (2011). Struktur dan Jaring Makanan di Perairan Teluk Jakarta. *Oseana*, 36(4), 39-51

BAB VII

PENERAPAN PRINSIP DASAR EKOLOGI DALAM UPAYA PENGELOLAAN SUMBERDAYA HAYATI PERAIRAN

7.1 Pendahuluan

Ekologi adalah ilmu tentang bagaimana interaksi makhluk hidup dengan habitatnya satu sama lain. Komponen makhluk hidup juga harus diketahui karena merupakan sistem biologi yang berjenjang terdiri dari organisme-organisme, populasi, komunitas, dan ekosistem. Upaya pengelolaan sumberdaya hayati perairan yang berkelanjutan didasarkan pada setiap ekosistem memiliki kesamaan dalam dalam proses pengaliran energi dan siklus nutrien dilakukan oleh organisme hidup. Komponen penting perairan yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan dan pemanfaatan ekosistem perairan yaitu aliran energi, siklus nutrien dan organisme hidup (Husein, 2020).

Ekosistem perairan dalam bentuk pengelolaannya mengupayakan peran organisme pada tingkatan trofik mengalirkan energi dan mensiklus nutrien. Sebagai proses ekologi diperairan, prinsip keseimbangan ekosistem mencakup proses pengadaan, pengaturan, dan penyimpanan bahan organik, pelepasan unsur hara, pertumbuhan flora dan fauna, dan proses daur bahan organik menjadi anorganik. Keanekaragaman hayati, populasi, dan komunitas adalah komponen ekosistem yang membantu menjalankan peran ekologi secara umum. Setiap spesies, baik tumbuhan maupun binatang, mempunyai peran dan fungsi ekologi mempengaruhi keberadaan dan keberlanjutan ekosistem suatu wilayah. Nilai ekologi yang terdiri dari genetik,

jenis, dan ekosistem dikenal sebagai tingkat keanekaragaman hayati. Hal itu dipengaruhi habitat, distribusi, kepadatan populasi, jenis, adaptasi, dan peranannya dalam sistem ekologi (Almuhlisin dan Agus, 2021). Keanekaragaman hayati suatu ekosistem juga memiliki nilai alamiah meliputi nilai ekonomi dan nilai guna langsung.

Wilayah pesisir dan laut dapat dikembangkan untuk meningkatkan dimensi ekologis. Upaya pembangunan yang diharapkan dapat memberikan pengaruh positif bagi makhluk hidup dan lingkungan itu sendiri sangatlah penting karena interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya bersifat dinamis (Almuhlisin dan Agus, 2021). Penetapan kawasan konservasi merupakan Perlindungan laut adalah salah satu tindakan yang diambil untuk menjaga kelangsungan hidup sumber daya hayati laut. Dengan mempertahankan habitat penting di perairan, terutama ekosistem terumbu karang, ini menciptakan kawasan konservasi.

Nilai-nilai etika konservasi mendukung konservasi sumber daya hayati dan ekosistem, termasuk prinsip biologi berdasarkan pengetahuan lokal dan kearifan lokal, seperti pelestarian keanekaragaman pada tingkat spesies dan komunitas biologi, serta pencegahan dan pencegahan kepunahan jenis, mempertahankan kondisi kompleks ekologi, proses evolusi, dan keanekaragaman hayati yang memiliki nilai instrinsik. (Purwanto, 2020).

7.2 Prinsip Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Terhadap Kesejahteraan Masyarakat

Pengelolaan terumbu karang dilaksanakan guna menjaga kelestarian terumbu karang agar dapat digunakan oleh masyarakat. Tujuan penyelamatan adalah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir dengan menjaga, memperbaiki, dan mengelola pemanfaatan terumbu karang dan ekosistemnya

secara alami. Implementasi pengelolaan dilakukan dengan menerapkan konsep jejaring kawasan atau terintegrasinya suatu kawasan dengan wilayah perairan lainnya, sehingga dapat dikelola secara terpadu dan berkelanjutan.

Masyarakat pesisir bergantung pada pemanfaatan sumber daya laut untuk hidup, kegiatan pemanfaatan dapat berdampak pada kerusakan terumbu karang akibat sejumlah faktor. Salah satu faktor termasuk dalam kategori alam atau manusia. Kerusakan terumbu karang disebabkan oleh faktor alam seperti bencana alam seperti tsunami, gempa bumi, dan pemanasan global. Kerusakan yang disebabkan oleh faktor manusia seperti penggunaan bom, racun atau pukat harimau. Program pengelolaan dan rehabilitasi terumbu karang (COREMAP) terkait dengan upaya mengurangi laju kerusakan terumbu karang, yang bertujuan merehabilitasi agar masyarakat pesisir dapat memanfaatkannya, meningkatkan taraf hidup mereka (Widyatun, 2011).

Upaya pelestarian terumbu karang dilakukan berdasarkan 5 komponen utama menurut COREMAP yaitu penguatan kelompok, peningkatan kesadaran, pengelolaan partisipatif, penelitian, pengawasan dan penegakan hukum (COREMAP, 2022). Kemudian, pelaksanaan komponen utama dilakukan dengan 3 tahap yakni tahap pertama; tahap inisiasi untuk 3 tahun pelaksanaan, tahap kedua; tahap akselerasi dalam jangka waktu enam tahun, tahap ketiga; tahap pelembagaan dalam jangka waktu enam tahun. Perlibatan masyarakat dalam upaya pelestarian terumbu karang, perlu adanya langkah untuk memahami peran dan dampak pelestarian terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat. Prinsip pengelolaan berbasis masyarakat merupakan bagian dari upaya yang dilakukan dengan partisipasi masyarakat dari perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan (Widyatun, 2011).

Penerapan prinsip ekologi dalam program pembangunan, Untuk keberhasilan dan keberlanjutan, peran masyarakat sangat penting. Partisipasi atau keterlibatan secara sadar seseorang atau kelompok masyarakat dalam suatu program dikenal sebagai peran masyarakat. Menurut Word Bank, prinsip partisipatif pada rencana pemberdayaan masyarakat mulai dari proses awal hingga akhir (Widyatun, 2011). Pendekatan pengelolaan Co-Management (Pengelolaan Kooperatif), yang didasarkan pada gagasan kolaborasi antara pemangku kepentingan yang terhubung, mencakup berbagai kepentingan, termasuk kepentingan masyarakat sebagai pengelola utama dan pengguna lainnya. Menurut Hakim L (2008) dalam Wahyu Eka (2023), menjelaskan prinsip pengelolaan berbasis masyarakat mulai dari proses kerjasama (*cooperative*) hingga pemberian informasi (*sharing*).

Pengelolaan terumbu karang di tingkat lokal (*co-management*) menurut Pameroy dan Williams (1994) dalam Wahyu Eka (2023), terdapat beberapa hal penting untuk keberhasilan pengelolaan yaitu:

a. Zonasi wilayah

Zonasi wilayah yang ditetapkan harus memiliki informasi geografis dan diketahui secara pasti oleh masyarakat. Pengelolaan yang dilakukan dalam suatu wilayah dengan informasi geografis, dapat memberikan gambaran wilayah atau zona berdasarkan sumber daya alam ekosistem agar mempermudah dalam pengamatan dan mudah dipahami.

b. Kejelasan keanggotaan

Keanggotaan dalam konsep pengelolaan meletakkan masyarakat sebagai pengguna utama pada wilayah pemanfaatan sumber daya alam perairan. Maka hal tersebut harus menjadi jelas, sehingga segenap pengguna yang memanfaatkan dapat diketahui dan didefinisikan dengan jelas, serta memiliki batas pengguna untuk memudahkan percakapan dan persetujuan.

c. Keterikatan dengan kelompok sosial

Kelompok sosial terkait dengan kebersamaan etnik, agama, metode pemanfaatan, kebutuhan, harapan dan lainnya. Kategori kelompok masyarakat yang dimaksudkan adalah orang yang tinggal didekat wilayah secara menetap dan terlibat dalam pengelolaan.

d. Manfaat harus melebihi biaya

Stakeholder lain dan masyarakat lokal harus memiliki pendapatan yang lebih besar daripada rasio pendapatan relatif. Artinya, setiap komponen masyarakat pada kawasan pengelolaan mendapatkan manfaat dari partisipasi dalam pengelolaan sumber daya ekosistem terumbu karang lebih besar dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan.

e. Pengelolaan sederhana

Penerapan peraturan pengelolaan yang sederhana dan terintegrasi merupakan model pengelolaan sumber daya ekosistem terumbu karang. Pengelolaan dilakukan melalui pemantauan dan penegakan hukum, dengan masyarakat berperan utama.

f. Legalisasi operasi

Pastikan komunitas lokal terlibat dalam pengelolaan, memiliki hak dan kewajiban yang jelas, dan perlindungan hukum. Pengakuan masyarakat lokal salah satunya yaitu hukum adat dalam suatu wilayah yang membutuhkan legalitas hukum dari pemerintah, sehingga memiliki hukum yang kuat yang dapat diterapkan untuk masyarakat lokal dan stakeholder lainnya.

g. Kerjasama dan kepemimpinan dalam masyarakat

Semua orang yang menggunakan sumber daya terumbu karang, baik pemerintah, masyarakat, swasta, LSM, dan lainnya, bekerja sama dalam program kemitraan dalam hal sosial, ekonomi, dan keamanan.

h. Delegalisasi dan desentralisasi wewenang

Sebagai bagian dari model tripatriat untuk pengelolaan terumbu karang, pemerintah menyerahkan

proses administrasi dan pengelolaan kelompok masyarakat.

i. Koordinasi antara pemerintah dan masyarakat

Kelompok masyarakat terdiri dari perwakilan masyarakat lokal, wakil pemerintah dan stakeholder lainnya, merupakan lembaga yang dibentuk untuk memfasilitasi dan memonitor rencana administrasi lokal dan penyelesaian konflik.

j. Pengetahuan, kemampuan dan kepedulian orang-orang di masyarakat

Pengetahuan, kemampuan, dan kepedulian terhadap wilayah pengelolaan sangat penting dalam mengelola ekosistem terumbu karang berbasis masyarakat. Perguruan tinggi, lembaga swasta, dan LSM perlu meningkatkan pengetahuan masyarakat lokal untuk mendukung pengetahuan, kemampuan, dan kepedulian masyarakat sehingga mereka dapat berpartisipasi secara aktif, responsif, dan efektif dalam proses pelaksanaan program.

Partisipasi masyarakat lokal saat ini sangat diperlukan dalam mengelola sumber daya ekosistem terumbu karang. Masyarakat lokal berperan aktif dalam menangani masalah-masalah yang dihadapi lingkungan atau wilayahnya, sehingga bentuk kesadaran dalam pengelolaan yang dilakukan memiliki peran penting dalam pengembangan suatu sistem. Masyarakat lokal harus berfokus pada beberapa hal saat mengelola sumber daya terumbu karang, seperti : (1) Pengembangan masyarakat lokal atau pesisir didasarkan pada prinsip kebutuhan(*need oriented*), yaitu kebutuhan kelompok masyarakat. (2) Upaya lokal untuk memanfaatkan sumber daya alam dan manusia, termasuk keterampilan dan budaya. (3) Pengembangan masyarakat pesisir dilakukan dengan orientasi pasar (*market oriented*) dengan membangun jejaring ekonomi lokal, baik domestik maupun ekspor, didukung oleh teknologi, komunikasi, dan informasi. (Suharsoso, 1998 dalam Wahyu Eka, 2023).

Pengelolaan berbasis masyarakat berfokus pada proses melindungi masyarakat dalam kegiatan pengelolaan, yang mencakup rencana, pelaksanaan, pengawasan, dan evaluasi. Pola pendekatan lebih ditekankan pada pembangunan dengan prinsip aspiratif dan partisipatif masyarakat yaitu *bottom up* dan *top down*. Masyarakat pesisir sebagai subjek yang memahami potensi dan kondisi wilayah pesisir dan laut sekitarnya, pembangunan berkelanjutan yang melibatkan masyarakat sebagai subjek pengelolaan akan lebih efektif. Oleh karena itu, program pengelolaan dapat memenuhi tiga komponen utama: perencanaan, pengelolaan, pengawasan, dan pengendalian (Supriharono, 2000 dalam Wahyu Eka, 2023).

7.3 Prinsip Keterlibatan Masyarakat Dalam Pengembangan Kawasan Konservasi Laut

Peran masyarakat dalam pengelolaan lingkungan yang diakui oleh negara sebagai bentuk partisipasi masyarakat, berusaha untuk meningkatkan kualitas kebijakan lingkungan pemerintah sehingga masyarakat dapat merasakan manfaatnya. Dalam hal ini, masyarakat merupakan pihak yang paling rentan terkena dampak dari kerusakan lingkungan, sehingga konsep pembangunan yang partisipatif sebagai wujud pembangunan berkelanjutan. Partisipatif juga merupakan upaya untuk mengurangi efek buruk pembangunan, baik langsung maupun tidak langsung berhubungan dengan lingkungan dan masyarakat. Salah satu solusi dalam mengatasi dampak sosial pembangunan, meningkatkan kualitas pembangunan dan program terkait lingkungan adalah dengan melibatkan masyarakat sebagai pihak utama dalam pembangunan.

Deklarasi Rio 1992 menegaskan betapa pentingnya mengutamakan partisipasi masyarakat dalam pembangunan dan penyelesaian masalah lingkungan (Safrina, 2015). Selama proses pembangunan, negara bertanggung jawab untuk

mengembangkan, menetapkan, dan menerapkan sistem yang dapat melibatkan masyarakat. Hal tersebut disebabkan karena adanya fungsi ekologi maupun ekosistem saling mempengaruhi satu sama lain. Dalam hal masyarakat pesisir, UU No. 1 tahun 2014 mengakui hak serta peran masyarakat dalam pengelolaan perairan pesisir dan laut.

Masyarakat berdasarkan dari bahasa latin *communis* yang berarti umum, terbagi dalam banyak pihak, didefinisikan sebagai kelompok orang yang memiliki hubungan genealogis dan lokasi geografis yang sama dan terikat oleh hukum adat yang mengatur tindakan dan pemanfaatan di wilayahnya. Menurut Sarkissian menjelaskan, bahwa masyarakat merupakanSegenap orang yang memiliki wilayah, minat, atau minat yang sama, yang ditandai oleh interaksi mereka, lokasi geografis, dan persepsi kesamaan atau minat bersama (Safrina, 2015).

Salah satu konsep hukum dalam memahami tentang peran serta masyarakat dalam pengelolaan yaitu adanya hukum negara atas wilayah laut dikelola seluruhnya untuk kesejahteraan atau kemakmuran masyarakat. hak masyarakat tersebut berdasarkan undang-undang pokok agrarian (UUPA) memberikan dua pengertian yaitu hak ulayat secara nasional dan hak ulayat masyarakat adat. Hal tersebut juga dikemukakan oleh Frans dalam Bono (2013) menyebutkan bahwa,UUPA menggunakan prinsip-prinsip hukum adat yang diangkat ke taraf nasional dan diberlakukan secara nasional, maka undang-undang tersebut memberikan pengakuan dan perlindungan hak masyarakat adat atas wilayahnya yang berlaku hukum adat jauh sebelum indonesia merdeka(Bono, 2013).

Pada pengembangan kawasan konservasi laut, dianggap penting untuk melibatkan masyarakat dalam perencanaan dan pengaturan ruang laut baik dalam hal kawasan konservasi maupun pemanfaatan. Sejatinya, pengelolaan wilayah pesisir dan laut harus mempertimbangkan tingkat kesejahteraan masyarakat disekitarnya, oleh karena itu pengelolaan wilayah

pesisir mempertimbangkan manfaat ekonomi bagi masyarakat pesisir dan manfaat perlindungan bagi kelestarian sumber daya perairan (UU No. 32/2009 tentang UUPPLH). Masyarakat diminta untuk mengawasi pengambilan keputusan dan pelaksanaan pengelolaan dan perlindungan. Peran masyarakat dan perlindungan dan pengelolaan adalah 1) monitoring Sosial, 2) Rekomendasi, pendapat, usul, keberatan, pengaduan, dan 3) komunikasi laporan dan informasi. Berdasarkan penjelasan dalam salah satu pasal UU PPLH menjelaskan, bahwa pemberian rekomendasi, pertimbangan, dan saran, bertujuan untuk pembuatan dokumen AMDAL dan kajian lingkungan hidup.

Upaya pengelolaan sumber daya dapat dilakukan dengan salah satu program yaitu penetapan kawasan perlindungan area laut atau sering disebut sebagai *Marine Protect Area* (MPA) dengan melibatkan kelompok sosial sebagai pelaku utama. Konservasi dan solidaritas adalah dua komponen utama dalam pelaksanaan MPA. Selanjutnya, Konservasi adalah upaya untuk menjaga sumber daya hayati dan perairan dengan memanfaatkannya dengan cara yang ramah lingkungan sambil mempertahankan keuntungan ekonomi komunitas yang terlibat, Sedangkan Solidaritas adalah upaya untuk mengelola area konservasi yang melibatkan banyak pihak (*stakeholder*), dengan memperhatikan beberapa aspek yakni sosial, budaya dan ekonomi (Safrina, 2015).

Peluang partisipatif masyarakat juga tertuang dalam model kebijakan manajemen bersama (*co-management*) dengan melakukan pendekatan untuk mendorong gagasan manajemen yang berpartisipasi dan bekerja sama dengan menekankan pada berbagai tingkat keterlibatan yang diperlukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Contohnya termasuk memperhatikan komunitas adat dan melindungi keanekaragaman hayati dan perairan. Sesuai dengan Undang-Undang nomor 1 tahun 2014 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan laut, yang menetapkan bahwa masyarakat adat diakui dan dilindungi hak ulayatnya di

wilayah pesisir dan laut yang dikelola oleh hukum adat selama tidak bertentangan dengan prinsip konservatif atau peraturan perundang-undangan lainnya. Selain itu, Permen KP nomor 8 tahun 2018 menjelaskan proses penetapan wilayah kelola masyarakat adat untuk pemanfaatan ruang pesisir dan laut.

7.4 Prinsip Keseimbangan dalam Upaya Konservasi dan Pemanfaatan Terhadap Pengelolaan Perikanan Tangkap

Konsep perikanan yang berkelanjutan digunakan untuk mengelola aspek ekologi, ekonomi, dan sosial secara seimbang, dengan melakukan aktivitas penangkapan yang sesuai dengan kaidah konservasi. Dalam pengelolaan konservasi yang baik, masyarakat harus mendapat manfaat dan keadilan. Menurut Supriharyono (2007) menjelaskan, bahwa kawasan konservasi perairan bermakna kompleks dalam pengelolaannya dan berkontribusi positif terhadap kesejahteraan masyarakat dan kelestarian sumber daya alam secara berkelanjutan (Gogo dkk, 2018). Akan tetapi, permasalahan muncul dalam usaha pemanfaatan perikanan tangkap di wilayah laut, karena adanya prinsip atau doktrin mengenai *common property* dimana laut merupakan area yang bebas (*open access*) dalam memanfaatkan sumber daya alam terutama pada sektor perikanan tangkap. Maka dari itu, tidak jarang terjadi konflik sosial maupun terjadinya kerusakan lingkungan akibat pemanfaatan yang berlebihan, serta terjadinya kepunahan beberapa spesies tertentu disebabkan eksploitasi berlebihan tanpa mempertimbangkan kelangsungan untuk generasi mendatang.

Kebutuhan pangan bagi masyarakat serta permintaan pasar yang meningkat pada sektor perikanan tangkap seiring dengan meningkatnya usaha penangkapan. Pasar mengendalikan sektor ekonomi eksploitasi hasil tangkapan, terutama pada jenis ikan yang sangat menguntungkan. Akibatnya, eksploitasi besar-

besaran sumber daya alam laut dan pesisir terjadi. Kondisi perairan semakin memburuk karena penggunaan teknologi baru, armada penangkapan yang lebih besar, dan metode penangkapan yang tidak ramah lingkungan. Akibatnya, pengelolaan atau pemanfaatan di bidang penangkapan cenderung melebihi kapasitas atau daya dukung sumber daya (*over exploitation*)(Basri, 2020).

Potensi perikanan tangkap di wilayah ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif) Indonesia sangat besar dan belum terkelolah secara maksimal, akan tetapi armada perikanan nasional belum mampu memanfaatkan secara maksimal. Oleh sebab itu, banyak negara tentangga yang sering memanfaatkan wilayah ZEEI untuk melakukan aktivitas penangkapan, dimana wilayah perairan mereka sudah melebihi katisitas atau *over exploitation*. Bentuk pengawasan di wilayah ZEE membutuhkan biaya yang tinggi untuk mengontrol armada-armada yang melakukan aktivitas di wilayah perairan laut Indonesia, baik yang tidak memiliki izin maupun yang memiliki izin penangkapan dari pemerintah. Selain itu, tingkat keakuratan dalam menghitung kapasitas tangkap lestari (MSY) pada wilayah ZEE cenderung tidak menjadi dasar dalam pemanfaatan sumber daya ikan di laut. Kemudian, aktivitas penangkapan kapal asing di perairan Indonesia dapat memberikan dampak terhadap nelayan nasional yang cenderung kalah dalam bidang teknologi penangkapan(Bono, 2013).

Pemanfaatan sumber daya ikan yang belum didasarkan pada tingkat keakuratan MSY (*Maximum Sustainable Yield*) di wilayah ZEEI melalui pemberian izin pemerintah kepada kapal asing untuk melakukan aktivitas penangkapan, berdampak pada kerentanan konflik usaha perikanan tradisonal serta tidak memberikan keuntungan yang nyata untuk kesejahteraan masyarakat nelayan. Menurut Bono (2013), menyatakan bahwa sebaiknya strategi pengelolaan perikanan tangkap di wilayah ZEEI dilakukan dengan mengadopsi implementasi doktrin *Mare Reservarum*. Implementasi doktrin tersebut adalah bentuk

pengelolaan dengan membatasi secara signifikan luas lahan perikanan yang menganut prinsip *open access* dan membebaskannya dari eksploitasi dalam bentuk apapun. Hak bangsa Indonesia atas sumber daya ikan dan upaya penguatan kelembagaan masyarakat demi terciptanya keadilan ekologis merupakan bentuk kebijakan yang afirmatif dari doktrin tersebut.

Prinsip keadilan dan keberlanjutan perikanan tangkap oleh komunitas nelayan, juga terdapat salah satu faktor untuk mengatasi dinamika sosial dan ekonomi yang terjadi yakni konsep perikanan yang berbasis hak. Konsep ini dijelaskan oleh Ostrom dan Schlager dalam Bono (2013), menjelaskan bahwa setidaknya ada dua tipe pada konsep perikanan berbasis hak yaitu *use right* atau *operational level rights* dan *colletive choice rights*. Tipe hak pertama terbagi menjadi dua yaitu hak akses dan hak panen, sedangkan tipe kedua merupakan bentuk pengelolaan perikanan yang diberikan kepada negara untuk merencanakan dan mengatur. Tipe hak akses memberikan kewenangan kepada masyarakat nelayan ataupun masyarakat adat terkait wilayah tangkapan maupun kelembagaan atau komunitas/kelompok usaha perikanan. Tipe kedua menitik beratkan pengelolaan perikanan kepada negara yang dibagi atas dua yaitu hak eksklusif berupa kewenangan mengatur mengenai hak ases dan hak panen, selanjutnya hak alienasi diberikan sebagai hak untuk mengalihkan hak pengelolaan.

7.5 Daya Dukung Lingkungan Dalam Pengembangan Perikanan Budidaya

Pengelolaan wilayah pesisir merupakan hal mendasar dalam pengembangan model pengelolaan budidaya laut, hal itu disebabkan karena budidaya laut memanfaatkan daerah pantai. Sebagai bentuk pengelolaan yang lestari dan berkelanjutan, pengelolaan budidaya laut harus mempertimbangkan faktor

lingkungan, serta faktor sosial, budaya, ekonomi, kelembagaan, dan hukum. Suatu pembangunan dapat dikategorikan berkelanjutan apabila dilakukan secara ekonomis, ekologis dan sosial politik (Juliana, 2017).

Daya dukung adalah kapasitas suatu kawasan untuk mendukung kehidupan manusia dan makhluk hidup lain sambil mempertahankan keseimbangan antara keduanya. Ini adalah salah satu faktor yang menentukan keberlanjutan pengelolaan budidaya laut (UU No. 32/2009). Berdasarkan pengertian tersebut, maka pengelolaan budidaya laut tidak hanya melihat kemampuan lingkungan untuk keberlanjutan (*sustainable*), akan tetapi memperhatikan kepentingan lintas sektor. Hal itu disebabkan karena, wilayah pengelolaan berkaitan dengan kepentingan lintas sektor (*common property*) yang tidak hanya memperhatikan kelayakan teknis suatu kegiatan budidaya, akan tetapi juga memperhatikan kebijakan pemanfaatannya seperti lingkungan hidup dan kehutanan, pariwisata, perhubungan dan pemanfaatan lainnya (Dahuri, 2023).

Pengembangan budidaya laut maupun pesisir tidak lepas dari tantangan dan permasalahan yang dihadapi. Menurut Dahuri *et al.* (2023), ada tujuh kelompok yang terdiri dari berbagai masalah yang dihadapi dalam pengembangan budidaya yang berkelanjutan. yaitu:

1. Subsistem on-farm hulu
2. Subsistem off-farm hilir
3. Infrastruktur dan logistic
4. Lingkungan
5. Perubahan iklim dan bencana alam
6. Kebijakan dan regulasi pemerintah
7. Subsistem off-farm hulu

Subsistem off-farm menghadapi masalah karena lokasi kegiatan budidaya tidak diposisikan dengan RTRW nasional dan regional. Zona budidaya kadang tiba-tiba dialih fungsikan oleh

pemerintah daerah, salah satunya diubah menjadi kawasan perkotaan, pelabuhan, perumahan, dan penggunaan lahan lainnya. Permasalahan lain yang dihadapi terkait ekologi yaitu terjadinya pencemaran lingkungan berasal dari sungai dan saluran irigasi pertanian mengandung sisa-sisa pupuk, pestisida dan bahan pencemar lainnya. Selain itu, pencemaran sumber air tidak hanya dari sungai akan tetapi juga berasal dari laut, dimana pencemaran disebabkan adanya aktivitas industri, kawasan perkotaan, pertambangan, pertanian dan rumah tangga belum menerapkan prinsip-prinsip ekonomi hijau (*green economi*) dan ekonomi biru (*blue economi*) yang mengharuskan semua aktivitas ekonomi meminimalisir limbah dan emisi gas rumah kaca. Selanjutnya, permasalahan yang dihadapi secara global yakni perubahan iklim termasuk perubahan cuaca tidak menentu, gelombang panas, pemanasan laut (*ocean acidification*) dan peningkatan muka air laut, serta dampak negatif yang ditimbulkan akibat bencana alam tsunami, banjir dan lainnya(Dahuri, 2023).

Selain permasalahan yang dihadapi, kegiatan perikanan budidaya juga memiliki resiko pencemaran yang dianggap sebagai sektor ekonomi yang merusak lingkungan. Hal itu dikarenakan, perikanan budidaya banyak dibangun kawasan hutan mangrove dengan membat kayunya kemudian dikonversi menjadi lahan tambak. Kegiatan produksi juga menghasilkan sisa pakan dan obat-obatan yang dapat mencemari lingkungan sekitarnya, baik sungai maupun laut. Oleh karena itu, diperlukan model pengembangan budidaya yang berkelanjutan (*sustainable*) dengan mempertimbangkan infrastruktur, hukum, sosial budaya, ekonomi, dan lingkungan. Model pengelolaan ini diharapkan dapat mengurangi dampak kerusakan lingkungan akibat kegiatan budidaya serta berkelanjutan.

Model pengembangan budidaya dilakukan dalam lima tahap yaitu 1) mengklasifikasikan habitat berdasarkan parameter biofisik perairan, 2) menetapkan daya dukung

lingkungan untuk menentukan jenis budidaya dan luasnya, 3) mengembangkan model untuk pengelolaan budidaya laut yang berbasis lingkungan, 4) membuat rencana pengelolaan berdasarkan analisis SWOT, 5) menetapkan prioritas alternatif pengelolaan diharapkan dapat menjamin keberlanjutan budidaya (Juliana, 2017). Prinsip daya dukung (*carrying capacity*) suatu wilayah mencakup beberapa elemen penting yang harus diperhatikan saat menggunakan sumber daya alam dan lingkungan, Hak tersebut didasarkan pada kemampuan suatu wilayah untuk tetap lestari. Daya dukung menurut Angamanna (2005) dalam Juliana (2017), didefinisikan sebagai tingkat pemanfaatan yang paling tinggi dan terkait dengan infrastruktur yang dapat menampung suatu wilayah tanpa menyebabkan kerugian sosial dan ekonomi karena melampaui kapasitas daya dukung.

Aktivitas ekonomi bidang perikanan budidaya yang berkelanjutan juga didasarkan pada pengembangan ekonomi berbasis *blue economy*. Pemilihan lokasi budidaya merupakan implementasi kebijakan dari *blue economy* dengan program ekstensifikasi dalam menentukan lokasi budidaya yaitu jauh dari kawasan hutan mangrove, serta sesuai dengan RTRW. Kriteria lahan yang efisien juga menentukan keberlanjutan budidaya yaitu lahan dengan kriteria berpasir dan berlumpur dan jauh dari wilayah pesisir yang perairan laut dan sungainya sudah tercemar. Penentuan luasan tambak berdasar pada program ekstensifikasi dan revitalisasi kawasan dengan tetap mempertimbangkan kapasitas daya dukung lingkungan dan peningkatan skala ekonomi (*ecomony of scale*), teknologi mutakhir dalam pengelolaan limbah serta prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable*) (Dahuri, 2023).

7.6 Manajemen Pesisir Terpadu dan Berkelanjutan

Wilayah pesisir termasuk wilayah yang menghubungkan daratan dengan lautan dan merupakan kesatuan ekosistem yang beragam dan produktif. Mereka juga terintegrasi dengan daratan. Kawasan pesisir memiliki nilai ekonomis tinggi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, namun rentan akan kerusakan dan keberlanjutannya. Dewasa ini, pemanfaatan wilayah pesisir seiring dengan bertambahnya kapasitas ruang baik peningkatan jumlah penduduk maupun pembangunan sosial ekonomi, memberikan tekanan ekologis yang cukup serius sehingga dibutuhkan bentuk pengelolaan yang berkelanjutan (*sustainable*).

Pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan membutuhkan pendekatan alternatif yang lebih baik. Berdasarkan pengalaman empiris pembangunan dan perencanaan wilayah pesisir menggunakan pendekatan sektoral tidak menghasilkan pemanfaatan ekosistem pesisir dan lautan yang berkelanjutan. Dalam strategi pengelolaan secara berkesinambungan, kawasan pesisir dianggap sebagai area peralihan ekosistem darat dan laut saling mempengaruhi satu sama lain (Fabianto dan Berhиту, 2014). Pengelolaan secara terpadu memaut keputusan-keputusan tentang pembangunan, perencanaan, dan pengelolaan secara dinamis di wilayah pesisir dan laut. Terdapat bagian terpenting dalam manajemen kompleks yaitu rencana pengelolaan kelembagaan untuk mencapai pengelolaan yang konsisten secara politis.

Proses pembangunan melalui aspek ekonomi, ekologi dan sosial politik merupakan bentuk pengelolaan terpadu dan berkelanjutan. Pembangunan wilayah pesisir berkelanjutan secara ekonomi adalah proses pembangunan yang bertujuan untuk meningkatkan ekonomi, mempertahankan capital, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan investasi. Pembangunan berkelanjutan dalam konteks ekologis

diharapkan dapat memastikan keselarasan ekosistem, prinsip daya dukung, dan konservasi sumber daya air dan hayati. Sedangkan Pengembangan kelembagaan, partisipatif masyarakat, identitas sosial, mobilitas sosial, dan pemberdayaan masyarakat diharapkan untuk memungkinkan pengelolaan sosial politik. (Fabianto dan Berhиту, 2014).

Pada perencanaan pembangunan secara terpadu, PPST didirikan untuk membantu mengoptimalkan keuntungan ekonomi dan sosial, sumber daya, dan lingkungan pesisir. Metode yang diintegrasikan untuk manajemen pesisir dapat memastikan pemeliharaan aliran sumber daya alam secara berkesinambungan serta pemeliharaan fungsi dan struktur ekosistem yang terintegrasi. Menurut Dahuri (2003) menjelaskan bahwa, ada beberapa tujuan dari PPST menurut Cicin-Sain dan Knecht yaitu:

1. Memperoleh pembangunan yang dapat dipertahankan
2. Meminimalisir dampak secara alami
3. Menjaga sistem ekologi yang mendukung suatu keberlanjutan suatu kawasan

Pembangunan wilayah pesisir dan laut berubah bergantung pada sistem kebijakan dan prinsipnya. Salah satu aspek spektrum zonasi di kawasan pesisir dan laut, termasuk: 1) area pedalaman 2) sempadan pantai/muara, 3) perairan pesisir, 4) perairan laut, dan laut bebas. Individu, pemerintah, dan lembaga berbeda melakukan zonasi wilayah pesisir dan laut.

Sistem zonasi yang dapat dieliminasi atau bahkan ditiadakan, proses integrasi pengelolaan pesisir secara terpadu dalam proses pengambilan keputusan pengelolaan keanekaragaman hayati laut cenderung berjalan secara terpisah sesuai dengan perencanaan atau dampak perubahan lingkungan. Beberapa dimensi yang membentuk integrasi PPST adalah sebagai berikut (Dahuri, 2003).

1. Integrasi lintas sektor

Pengelolaan keanekaragaman hayati pesisir dan laut antar sektor secara horizontal yang berhubungan dengan sektor pesisir dan lautan seperti pertambangan dan energi, kelautan dan perikanan, pariwisata, perlindungan mamalia laut, dan perhubungan laut. Sedangkan sektor daratan terkait pengaruh lingkungan pesisir dan laut seperti pertanian, kehutanan dan pertambangan.

2. Integrasi antar pemerintah

Proses integrasi pengelolaan dilakukan pada berbagai tingkat pemerintahan, seperti pemerintah pusat, provinsi dan kabupaten/kota. Integrasi tersebut dilakukan untuk menciptakan suatu kondisi yang harmonis, hal ini dikarenakan masing-masing tingkat pemerintahan mempunyai peran, kebutuhan publik, dan perspektif yang saling berbeda.

3. Integrasi spasial

Pengelolaan keanekaragaman hayati pesisir dan laut mempertimbangkan sisi daratan dan laut secara spasial. Pengelolaan dilakukan karena adanya hubungan yang kuat antara aktivitas daratan dengan kondisi di perairan laut, seperti kasus penurunan kualitas air, produktivitas perairan, dan keanekaragaman hayati laut. Begitupun dengan aktivitas di laut yang tergantung pada kondisi wilayah daratan pesisir.

4. Integrasi sains dan manajemen

Pengelolaan wilayah pesisir dan laut yang kompleks bersifat interdisiplin diperlukan integrasi sains dan manajemen dalam merencanakan pembangunan dan pemanfaatan yakni, melibatkan ilmu alam, ilmu sosial, dan ilmu keteknikan. Program pengelolaan dilakukan berdasarkan informasi ilmiah dari masing-masing sains tersebut yang bersifat komprehensif.

5. Integrasi internasional

Program pengelolaan keanekaragaman hayati pesisir dan laut terintegrasi dengan negara tetangga terkait pemanfaatan dan isu-isu yang berhubungan dengan wilayah laut berdekatan, seperti penangkapan berlebih (*overfishing*), pencemaran atau penyebaran polutan, pembangunan daerah maritim, lintasan kapal, dan sebagainya.

Implementasi program PPST dalam membuat keputusan membutuhkan tingkat partisipasi masyarakat akan berpengaruh pada keberhasilan atau kegagalan program. Program pengelolaan dengan pendekatan sentralistik kurang memberikan ruang konsultasi bagi masyarakat memiliki tingkat resiko kegagalan yang tinggi, hal itu dikarenakan program tersebut tidak dimengerti dan kurang dihargai oleh masyarakat. Sedangkan, program yang melibatkan masyarakat lokal dengan prinsip partisipatif akan mendapatkan legitimasi yang kuat dari masyarakat luas dalam implementasi program.

Prinsip pengelolaan berbasis masyarakat diperlukan untuk mengelola wilayah pesisir terpadu dengan melibatkan masyarakat lokal untuk mencapai kemajuan berkelanjutan. (*community-base management*). Dengan mendefinisikan kebutuhan, keinginan, tujuan, dan aspirasi pengelolaan sumber daya laut, Masyarakat diberi wewenang, kewajiban, dan kesempatan untuk mengendalikan sumber daya lautnya (Nikijuluw, 2002). Diharapkan program rehabilitasi dan pengelolaan terumbu karang akan menyertakan program pengelolaan berbasis masyarakat sebagai bagian dari pengelolaan secara berkelanjutan (*sustainable*). Program ini akan berfungsi sebagai model untuk program pemerintah lainnya dalam pengelolaan keanekaragaman hayati pesisir dan laut. Keberhasilan suatu program dapat dilihat jika indikator-indikator pembangunan berkelanjutan pada tahap awal program dapat terlaksana atau terpenuhi telah disetujui oleh

pelaku/*stakeholder* yaitu pemerintah, masyarakat dan para peneliti(Dahuri, 2003).

DAFTAR PUSTAKA

- Almuhlisin dan Agus Romadhon. Analisa Aspek Ekologi dari Perairan Pulau Gili Raja Untuk Penetapan Daerah Perlindungan Laut. <https://journal.trunojoyo.ac.id/juvenil>. Volume 2, No. 2, 2021.
- Bono Budi Priambodo, 2013. Ikan Untuk Nelayan. Paradigma Undang-undang Nomor 5 tahun 1960 Tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria Mengenai Pembangunan Perikanan Nasional Indonesia. Badan Penerbit Fakultas Hukum Universitas Indonesia, 2013. ISBN 978-979-8972-53-9
- COREMAP – CTI, 2022. Melestarikan Terumbu Karang untuk Kesejahteraan Masyarakat. COREMAP - CTI Papua Barat & Nusa Tenggara Timur.
- Gogo Kamargo1, Domu Simbolon2, Mustaruddin2, 2018. Strategi Pengelolaan Perikanan Tangkap Di Kawasan Konservasi Perairan Daerah (Kkpd) Lingga Di Kabupaten Lingga. Volume 2, No 3, Oktober 2018. Hal 333-342. ISSN 2549-1326
- Hasan Basri, 2020. Pengelolaan, Pengawasan Kawasan Pesisir dan Laut di Indonesia. Jurnal Ilmu Hukum Reusam. ISSN 2302-6219 E-ISSN 27225100. Volume VIII Nomor 2 (November 2020). Fakultas Hukum Universitas Malikussaleh
- Husein Latuconsina. Ekologi Perairan Tropis, Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan. 2020.
- Indonesia, Undang-Undang tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (“UUPPLH”), No. 32 Tahun 2009, Lembaran Negara Tahun 2009 No.140, Tambahan Lembaran Negara No. 5059.
- Juliana, 2017. Model Pengelolaan Budidaya Laut Berbasis Daya Dukung Lingkungan Di Kabupaten Gorontalo Utara. 04150 Kementerian Hukum dan HAM Republik Indonesia Direktorat Jenderal Hak Kekayaan Intelektual Direktorat Hak Cipta. Disain Industri.

- Muhamad Dio Fabianto dan Pieter Th Berhitsu, 2014. Konsep Pengelolaan Wilayah Pesisir Secara Terpadu dan Berkelanjutan Yang Berbasis Masyarakat. Jurnal TEKNOLOGI, Volume11 Nomor2, 2014; 2054 – 2058
- Nikijuluw, V.P.H. 2002. Rezim Pengelolaan Sumberdaya Perikanan. PT. Pusaka Cidesindo, Jakarta, Indonesia. 254 p.
- PERMEN KP Nomor 8 Tahun 2018. Tata Cara Penetapan Wilayah Kelola Masyarakat Hukum Adat Dalam Pemanfaatan Ruang Di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil
- Rokhmin Dahuri dkk, 2023. Ekonomi Biru: Industri Udang Berkelanjutan. ISBN 978-602-53426-5-3. Februari 2023.
- Rokhmin Dahuri, 2003. Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. PT. Gramedia Pustaka Utama. GM 212 03.001. Jakarta 2003
- Safrina, 2015. Partisipasi Masyarakat Dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir Di Aceh. Jurnal Hukum Lingkungan Vol. 2 Issue 1, Juli 2015
- Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014. Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Wahyu Eka S, 2023. Pengelolaan Terumbu Karang Berbasis Masyarakat. <http://www.academia.edu/26304163>.
- Widyatun, 2011. Peran Masyarakat Dalam Pelestarian Terumbu Karang dan Dampaknya Terhadap Peningkatan Kesejahteraan. Pusat Penelitian Kependudukan-LIPI. Vol. VI, No. 2, 2011
- Yohanes Purwanto. Penerapan data etnobiologi sebagai wahana mendukung pengelolaan sumber daya hayati bahan pangan secara berkelanjutan. Volume 6, Nomor 1, Juni 2020. ISSN:2407-8050.

BIODATA PENULIS



Agustina, S.Kel., M.Si.

Dosen Program Studi Akuakultur
Fakultas Pertanian dan Ilmu Perikanan
Universitas Pohnomo

Penulis lahir di Wajo pada tanggal 01 Agustus 1993, penulis adalah dosen tetap di Program Studi Akuakultur di Universitas Pohnomo, Fakultas Pertanian dan Ilmu Perikanan. Pada tahun 2016, penulis menyelesaikan kuliah S1 di Jurusan Ilmu Kelautan dan kemudian melanjutkan kuliah S2 di Jurusan Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut di Universitas Muslim Indonesia. Penulis memutuskan untuk kuliah di bidang Pengelolaan dan mendapatkan gelar magister sains (M.Si) pada tahun 2018. 2016-2021 penulis bekerja sebagai Asisten Dosen di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muslim Indonesia, Makassar. Selanjutnya penulis pindah bertugas sebagai pengajar di Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian dan Ilmu Perikanan Universitas Pohnomo, Gorontalo pada tahun 2021 hingga sampai sekarang. Penulis dapat dihubungi melalui Email: stinaagu9@gmail.com

BIODATA PENULIS



Haryanto Asri, S.Kel., M.Si.

Dosen Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Penulis lahir di Ujung Pandang, 22 Maret 1995. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muhammadiyah Mamuju. Menyelesaikan Pendidikan S1 pada jurusan Ilmu Kelautan dan melanjutkan S2 pada jurusan Manajemen Pesisir dan Teknologi Kelautan. Selama perjalanan akademiknya, Haryanto telah aktif dalam melakukan penelitian dan publikasi ilmiah di bidang konservasi mangrove. Beberapa jurnal ilmiah yang pernah diterbitkannya adalah "Analisis Tingkat Kerusakan dan Valuasi Ekonomi Hutan Mangrove di Perairan Pantai Desa Nisombalia Kecamatan Marusu Kabupaten Maros", "Pemetaan Perubahan Luasan Hutan Mangrove dengan Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 di Pulau Karampuang Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat", dan "Evaluasi dan Tingkat Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Hutan Mangrove di Pulau Karampuang Kabupaten Mamuju". Karya-karyanya tersebut mencerminkan komitmen dan minatnya dalam upaya pelestarian dan pengelolaan sumberdaya alam pesisir, khususnya hutan mangrove, untuk menjaga keberlanjutan ekosistem laut dan kehidupan masyarakat pesisir.

BIODATA PENULIS



Muhammad Ardiansyah, S.Pi., M.Si

Dosen Prodi Manajemen Sumber Daya Perairan
Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Muhammadiyah
Mamuju

Penulis lahir di Maros, 09 Februari 1995 anak ke dua dari patahuddin dan hasnah. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan Dan Kelautan, Universitas Muhammadiyah Mamuju serta menjabat sebagai kaprodi manajemen sumber daya perairan periode 2021-2025. Menyelesaikan pendidikan S1 pada jurusan Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan di Universitas Muslim Indonesia pada tahun 2017 dan melanjutkan pendidikan S2 pada jurusan Manajemen Pesisir dan Teknologi Kelautan pascasarjana universitas muslim Indonesia tahun 2019. Penulis memiliki konsentrasi bidang pada pengelolaan Perikanan Tangkap. Tulisan yang dipublikasikan sebelum buku ini yaitu jurnal sinta 4 Strategi Pengembangan Kawasan Pelabuhan Perikanan Nusantara Untia Berbasis Ekowisata Di Kota Makassar. Penulis dapat dihubungi melalui Email: ardiansyah@unimaju.ac.id

BIODATA PENULIS



Nur Fitriyanti Bulotio, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Akuakultur di Fakultas Pertanian dan Ilmu Perikanan Universitas Pohnuwo Lahir di Gorontalo pada tanggal 16 Mei 1988, penulis adalah dosen tetap di Program Studi Akuakultur di Universitas Pohnuwo, Fakultas Pertanian dan Ilmu Perikanan. Pada tahun 2012, dia menyelesaikan kuliah S1 di Jurusan Ilmu Perikanan dan kemudian melanjutkan kuliah S2 di Jurusan Ilmu Perikanan. Penulis memutuskan untuk kuliah di bidang perikanan dan mendapatkan gelar magister perikanan (M.Si) pada tahun 2018. Sejak 2013 hingga 2020, penulis bertugas sebagai pengajar di program studi teknologi hasil perikanan di Politeknik Gorontalo. Pindah ke rumah barunya di Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian dan Ilmu Perikanan Universitas Pohnuwo pada tahun 2021.

BIODATA PENULIS



Israwahyudi, S.Pi., M.Si

Dosen Prodi Manajemen Sumber Daya Perairan
Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Muhammadiyah
Mamuju

Penulis lahir di Sinjai, 04 Maret 1995. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan Dan Kelautan, Universitas Muhammadiyah Mamuju. Menyelesaikan pendidikan S1 pada jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan dan melanjutkan pendidikan S2 pada jurusan Manajemen Pesisir dan Teknologi Kelautan. Penulis memiliki konsentrasi bidang pada pengelolaan sumber daya pesisir, laut dan pulau-pulau kecil. Tulisan yang dipublikasikan sebelum buku ini yaitu Policy Paper tentang “Menilik Peluang dan Tantangan Pengakuan, Perlindungan, dan Pemenuhan Hak Masyarakat Adat Atas Wilayah Adatnya di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil”. Penulis juga sedang melakukan kajian ilmiah mengenai Hak Masyarakat Adat di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, dengan terlibat dalam pendampingan pengakuan dan perlindungan Hak Masyarakat Adat atas wilayah adatnya, di beberapa Kabupaten di wilayah Provinsi Sulawesi Barat. Penulis dapat dihubungi melalui Email: israwahyudi4.iw@gmail.com