



OSEANOGRAFI PERIKANAN

PENULIS:

Muhammad Nur Ihsan
Ady Jufri
Dian Puspitasari
Dheni Rossarie
Annisa Novita Sari
Darsiani
Wastu Ayu Diamahesa
Risfany
Nurfitri Rahim
Sri Wahyuni Firman
Fajriah
Sahabuddin



OSEANOGRAFI PERIKANAN

Muhammad Nur Ihsan

Ady Jufri

Dian Puspitasari

Dheni Rossarie

Annisa Novita Sari

Darsiani

Wastu Ayu Diamahesa

Risfany

Nurfitri Rahim

Sri Wahyuni Firman

Fajriah

Sahabuddin



GET PRESS INDONESIA

OSEANOGRAFI PERIKANAN

Penulis :

Muhammad Nur Ihsan
Ady Jufri
Dian Puspitasari
Dheni Rossarie
Annisa Novita Sari
Darsiani
Wastu Ayu Diamahesa
Risfany
Nurfitri Rahim
Sri Wahyuni Firman
Fajriah
Sahabuddin

ISBN : 978-623-198-807-2

Editor : Ari Yanto., M.Pd

Penyunting : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat

Website : www.getpress.co.id

Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, November 2023

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

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Oseanografi Perikanan ini.

Buku ini membahas Pengantar Oseanografi Perikanan, Dinamika Laut dan Pola Arus, Pengaruh Pasang Surut terhadap Perikanan, Oseanografi Arus Dalam, Kualitas Air dan Perikanan, Produktivitas Laut dan Perikanan, Pengelolaan Perikanan Berbasis Oseanografi, Oseanografi Konservasi, Pengaruh Polusi Laut terhadap Perikanan, Kaitan Oseanografi dengan Akuakultur, Teknologi Oseanografi dalam Penelitian Perikanan, Peran Oseanografi dalam Perencanaan Wilayah Pesisir.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENGANTAR OSEANOGRAFI PERIKANAN	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Sejarah Oseanografi.....	4
1.3 Keterkaitan Oseanografi dengan Ilmu Lainnya.	9
1.4 Oseanografi Perikanan	10
DAFTAR PUSTAKA.....	14
BAB 2 DINAMIKA LAUT DAN POLA ARUS	15
2.1 Pendahuluan	15
2.2 Dinamika Laut.....	16
2.3 Pola Arus	18
2.3.1 Jenis Arus	18
2.3.2 Arus Lintas Indonesia.....	21
2.4 Manfaat Arus.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....	26
BAB 3 PENGARUH PASANG SURUT TERHADAP PERIKANAN	27
3.1 Pendahuluan	27
3.2 Gaya Penggerak Pasang Surut	28
3.3 Istilah-Istilah Elevasi Muka Air.....	33
3.4 Tipe Pasang Surut	34
3.5 Peta Sebaran Tipe Pasang Surut di Indonesia.....	36
3.6 Korelasi Pasang Surut dan Perikanan	37
DAFTAR PUSTAKA.....	43
BAB 4 OSEANOGRAFI ARUS DALAM	45
4.1 Pendahuluan	45
4.2 Sifat Fisik Air Laut	45
4.2.1 Suhu	45

4.2.2 Warna.....	47
4.2.3 Salinitas.....	48
4.2.4 Densitas	49
4.3 Sifat Kimia Air Laut.....	50
4.3.1 Nutrien	50
4.3.2 Fosfor.....	50
4.3.3 Sulfur	51
4.3.4 Karbon.....	52
4.3.5 Oksigen Terlarut.....	53
4.3.6 pH.....	54
4.4 Biologi Laut.....	55
4.4.1 Arus.....	55
4.4.2 Pasang Surut.....	57
4.4.3 Gelombang.....	58
DAFTAR PUSTAKA	61
BAB 5 KUALITAS AIR DAN PERIKANAN	63
5.1 Pendahuluan.....	63
5.2 Perikanan.....	64
5.3 Kualitas Air untuk Perikanan	65
5.2.1 Parameter Fisika.....	66
5.2.2 Parameter Kimia.....	72
5.2.3 Parameter Biologi.....	78
DAFTAR PUSTAKA	83
BAB 6 PRODUKTIVITAS LAUT DAN PERIKANAN	87
6.1 Pendahuluan.....	87
6.2 Konsep Produktivitas.....	88
6.3 Produktivitas Primer.....	90
6.4 Produktivitas Sekunder.....	95
6.5 Produktivitas Laut.....	96
6.6 Produktivitas Perikanan	100
6.6.1 Produktivitas Perikanan Budidaya.....	100
6.6.2 Produktivitas Perikanan Tangkap.....	102
DAFTAR PUSTAKA	104

BAB 7 PENGELOLAAN PERIKANAN BERBASIS

OSEANOGRAFI.....109

7.1 Pendahuluan109

7.2 Hubungan antara Oseanografi dan Manajemen

Perikanan110

7.3 Faktor-faktor Oseanografi Utama116

7.4 Aplikasi dalam Manajemen Perikanan.....120

7.5 Tantangan dan Arah Masa Depan.....122

7.6 Kesimpulan123

DAFTAR PUSTAKA.....124

BAB 8 OSEANOGRAFI KONSERVASI127

8.1 Pendahuluan127

8.2 Parameter Oseanografi128

8.2.1 Kondisi Parameter Fisik128

8.2.2 Kondisi Parameter Kimia.....129

8.3 Pembagian Laut Berdasarkan Kedalaman130

8.4 Kawasan Konservasi Perairan.....131

8.4.1 Zona inti132

8.4.2 Zona perikanan berkelanjutan134

8.4.3 Zona pemanfaatan wisata perairan alam134

8.4.4 Zona135

DAFTAR PUSTAKA.....137

BAB 9 PENGARUH POLUSI LAUT TERHADAP

PERIKANAN139

9.1 Pendahuluan139

9.2 Jenis-jenis Polusi Laut dan Dampaknya.....140

9.2.1 Pencemaran karena limbah industri (*Industrial Pollution*)141

9.2.2 Pencemaran Karena Sampah (*sewage pollution*) ..143

9.2.3 Pencemaran Karena Sedimentasi
(*Sedimentation Pollution*)146

9.2.4 Pencemaran Karena Kegiatan Pertanian
(*Agricultural Pollution*).....149

9.3 Pencegahan Terhadap Polusi Laut.....	151
DAFTAR PUSTAKA	153
BAB 10 KAITAN OSEANOGRAFI DENGAN	
AKUAKULTUR.....	155
10.1 Pendahuluan.....	155
10.2 Parameter Kimia oseanografi	167
DAFTAR PUSTAKA	171
BAB 11 TEKNOLOGI OSEANOGRAFI DALAM	
PENELITIAN PERIKANAN.....	175
11.1 Pendahuluan.....	175
11.2 Peran Utama Teknologi Oseanografi Dalam	
Penelitian Perikanan	175
11.2.1 Pemahaman Lingkungan Laut.....	176
11.2.2 Pemetaan Habitat.....	180
11.2.3 Migrasi dan Perilaku Ikan.....	182
11.2.4 Model Prediksi Perikanan.....	184
11.2.5 Survei dan Inventarisasi Ikan	186
11.2.6 Pengembangan Perikanan Tangkap yang	
Berkelanjutan	188
11.2.7 Kajian Dampak Perubahan Iklim	190
11.3 Penggunaan Teknologi Oseanografi Dalam	
Bidang Perikanan	193
DAFTAR PUSTAKA	195
BAB 12 PERAN OSEANOGRAFI DALAM	
PERENCANAAN WILAYAH PESISIR	197
12.1 Pendahuluan.....	197
12.1.1 Konsep Dasar Oseanografi	197
12.1.2 Pengertian oseanografi.....	197
12.1.3 Kaitan oseanografi dengan studi wilayah	
pesisir	198
12.2 Pemahaman Terhadap Wilayah Pesisir	199
12.2.1 Karakteristik wilayah pesisir	199
12.2.2 Ancaman terhadap wilayah pesisir	204

12.3 Peran Oseanografi Dalam Perencanaan Wilayah	
Pesisir	208
12.3.1 Monitoring lingkungan pesisir	208
12.3.2 Pemahaman terhadap perubahan iklim	209
12.3.3 Pemantauan pencemaran	211
12.3.4 Pengelolaan sumber daya alam pesisir	212
12.3.5 Perencanaan mitigasi bencana	214
12.3.6 Pentingnya kolaborasi antara ilmuwan oseanografi, pemerintah, dan masyarakat dalam melindungi wilayah pesisir	215
DAFTAR PUSTAKA	218
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Ferdinando Maghellan.....	5
Gambar 1.2. Personil Kapal HMS Challenger dan Kapal HMS Challenger	7
Gambar 2.1. Arus Dunia	16
Gambar 2.2. Arus Lintas Indonesia.....	22
Gambar 2.3. Arus Lintas Indonesia.....	23
Gambar 3.1. Posisi Bulan, Bumi, dan Matahari (Pasang Surut)	28
Gambar 3.2. Pembangkitan Pasang Surut	30
Gambar 3.3. Posisi Bumi, Bulan dan Matahari saat Bulan Baru	31
Gambar 3.4. Posisi Bumi, Bulan dan Matahari saat Bulan Purnama.....	31
Gambar 3.5. Posisi Bumi, Bulan dan Matahari saat Bulan Seperempat.....	32
Gambar 3.6. Posisi Bumi, Bulan dan Matahari saat Bulan Seperempat Terakhir	33
Gambar 3.7. Tipe-Tipe Pasang Surut	36
Gambar 3.8. Peta Lokasi Pasang Surut di Indonesia dan Sekitarnya	37
Gambar 4.1. Distribusi suhu permukaan (atas) dan salinitas (bawah)	46
Gambar 4.2. Distribusi Salinitas, Suhu dan Oksigen Terlarut Berdasarkan Kedalaman	49
Gambar 4.3. Siklus Fosfor	51
Gambar 4.4. Siklus Sulfur	52
Gambar 4.5. Siklus Karbon	53
Gambar 4.6. Pengaruh Kedalaman Terhadap Kadar Oksigen Terlarut	54
Gambar 4.7. Fenomena Massa Air Permukaan dan Tenggelaman Massa Air	56

Gambar 4.8. Posisi Bulan Matahari Bumi	57
Gambar 4.9. Komponen Dasar Gelombang	59
Gambar 5.1. <i>Secchi disk</i> dan cara pengukurannya.....	68
Gambar 5.2. Siklus Karbon di Alam	75
Gambar 5.3. Oligochaeta	81
Gambar 5.4. <i>Coliform</i>	82
Gambar 6.1. Aliran Energi di Dalam Perairan Laut.....	91
Gambar 6.2. Klorofil (Zat Hijau Daun) yang Dimiliki Tanaman	92
Gambar 6.3. Piramida Makan.....	93
Gambar 6.4. Jaring-Jaring Makan	96
Gambar 8.1. Zonasi Laut Berdasarkan Kedalaman.....	131
Gambar 8.2. Zonasi Daerah Konservasi Perairan.	133
Gambar 8.3. Kawasan lindung atau konservasi pada perairan.....	136
Gambar 9.1. Komposisi Sampah Laut di Indonesia	139
Gambar 9.2. Pembuangan Limbah Industri Pada Daerah Pesisir	141
Gambar 9.3. Pembuangan Limbah Industri Area Luat lepas	142
Gambar 9.4. Kondisi Terumbu Karang Yang Tertutup Lumpur	143
Gambar 9.5. Mikroplastik dalam rantai makanan	145
Gambar 9.6. A Rainbow Runner in the North Pacific Gyre that had ingested 18 pieces of plastic	145
Gambar 9.7. Proses Pencemaran Sedimentasi pada Perairan.....	147
Gambar 9.8. Sedimentasi Laut.....	147
Gambar 9.9. Kematian Karang Akibat Sedimentasi.....	148
Gambar 9.10. Kematian Ikan disebabkan Blooming Alga	150
Gambar 10.1. Pergerakan angin.....	156

Gambar 10.2. Kesesuaian Kawasan budidaya rumput laut.....	157
Gambar 10.3. Tipe Perairan Budidaya Rumput laut.....	160
Gambar 10.4. Tingkat Kedalaman.....	161
Gambar 10.5. Keramba Jaring Apung (KJA) untuk Laut Pesisir	163
Gambar 10.6. Keramba Jaring Apung (KJA) Untuk laut semi-offshore.....	163
Gambar 10.7. Keramba Jaring Apung (KJA) Untuk laut offshore.....	164
Gambar 10.9. Keramba Jaring Apung (KJA) untuk Laut Offshore Dengan Badai Taifun	165
Gambar 11.1. Sistem Perakitan Konektivitas UFL+ dan AOS.....	177

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Klasifikasi Padatan di Perairan Berdasarkan Ukuran Diameter	69
Tabel 5.2. Klasifikasi Air Berdasarkan Salinitas.....	71
Tabel 5.3. Laju Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah pada Salinitas Berbeda	72
Tabel 5.4. Hubungan pH dan kehidupan ikan budidaya	72
Tabel 5.5. Kriteria Kualitas Air berdasarkan Nilai BOD ₅	77
Tabel 5.6. Klasifikasi Tingkat Kesuburan Perairan Berdasarkan Kandungan Nitrat dan Fosfat.....	78
Tabel 6.1. Nilai Produktivitas Primer Rata-Rata Harian.....	100

BAB 1

PENGANTAR OSEANOGRAFI

PERIKANAN

Oleh Muhammad Nur Ihsan

1.1 Pendahuluan

Kata 'oseanografi' berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata, yaitu 'Oceanus' (samudra) dan 'Graphos' (uraian/deskripsi), sehingga secara bahasa oseanografi berarti deskripsi tentang samudra. Namun, pada kenyataannya, oseanografi tidak hanya sekadar deskripsi tentang samudra, karena melibatkan banyak disiplin ilmu yang saling terkait jika ingin mendeskripsikan samudra itu sendiri (Supangat & Susanna, 2005).

Bumi merupakan salah satu planet di tata surya yang memiliki ciri-ciri unik. Lebih dari 70 persen permukaannya tercakup oleh samudra, yang mencakup sekitar 140.000.000 mil² dari total luas permukaannya sekitar 200.000.000 mil². Volume air di samudra ini mencapai sekitar 350 juta mil kubik, dan sekitar 3,5 persen dari air tersebut mengandung mineral garam terlarut serta berbagai zat terlarut lainnya, setara dengan 160 juta ton garam per mil kubik (Bhatt et al., 1978). Interaksi antara samudra dan atmosfer memiliki dampak yang signifikan pada pola iklim global. Selain itu, sumber daya alam yang melimpah di dalamnya memiliki potensi untuk memengaruhi hubungan antarnegara, baik secara positif maupun negatif.

Fenomena dinamis seperti arus laut, pasang surut, transportasi massa air, dan lainnya, termasuk fenomena yang belum sepenuhnya dipahami seperti El Niño dan La Niña, menjadi

sangat penting bagi banyak negara. Semua fakta ini menegaskan pentingnya samudera dalam kehidupan regional, nasional, dan internasional. Oleh karena itu, disiplin ilmu oseanografi perlu mendapatkan perhatian lebih dari para intelektual yang tertarik, untuk memahami dan menggali lebih dalam pengetahuan tentang samudera ini.

Seseorang yang mendalami studi tentang samudera disebut sebagai oseanografer. Oseanografi itu sendiri seringkali mengklasifikasikan menjadi empat bidang ilmu utama, yaitu kimia, biologi, fisika, dan geologi (Stowe, 1983). Oseanografi kimia mengamati berbagai fenomena interaksi dan respon antara unsur, molekul, atau kombinasi dalam ekosistem laut yang dapat menghasilkan transformasi materi, yang bisa bersifat dapat dibalik (reversibel) atau tidak dapat dibalik (ireversibel). Oseanografi biologi memeriksa aspek kehidupan di dalam samudera untuk mengungkap berbagai siklus kehidupan dari organisme yang hidup di dalamnya atau yang bergantung padanya. Oseanografi fisika fokus untuk memahami semua aspek fisik yang membentuk sistem fluida dalam samudera. Sementara itu, oseanografi geologi memusatkan perhatian pada struktur dasar laut yang terkait dengan pembentukan dan evolusi cekungan samudera.

Beberapa aspek krusial dalam bidang oseanografi membuatnya cukup rumit untuk dikelompokkan ke salah satu bidang ilmu dari empat bidang ilmu yang telah disebutkan sebelumnya, seperti biofisika, geofisika, petrologi, nutrisi, meteorologi, antropologi, dan farmakologi. Selain itu, disiplin ilmu yang tidak terkait dengan sains, seperti Sosiologi, hukum dan sejarah, juga memengaruhi oseanografi. Lebih lanjut, cabang baru dalam oseanografi yang disebut oseanografi terapan telah muncul saat ini. Oleh karena itu, deskripsi tentang seorang oseanografer mencakup berbagai bidang ilmu yang kompleks (Stowe, 1983).

Dalam istilah lain, Oceanografi adalah kajian ilmiah dan eksplorasi yang berkaitan dengan lautan dan semua komponennya.

Ini mencakup pemahaman tentang sedimen, batuan yang membentuk dasar laut, interaksi antara laut dan atmosfer, pergerakan air, serta faktor-faktor yang memengaruhi gerakan ini, baik dari dalam maupun dari luar, kehidupan organisme laut, komposisi kimia air laut, dan sejarah perkembangan laut dan laut prasejarah. Oleh karenanya, oseanografi dapat dianggap sebagai cabang ilmu laut yang melibatkan berbagai disiplin ilmu, termasuk geologi, meteorologi, biologi, kimia fisik, geofisika, geokimia, mekanika fluida, dan aspek-aspek teoritis yang mendasar yang memanfaatkan ilmu pasti.

(Hutabarat & Evans, 1986) menggambarkan bahwa oseanografi dapat dikelompokkan ke dalam empat bidang ilmu yang berbeda, yakni:

1. **Fisika Oseanografi:** Ini adalah cabang ilmu yang memfokuskan pada hubungan antara karakteristik fisik yang ada dalam lautan dan interaksinya dengan atmosfer dan daratan. Ini mencakup fenomena seperti pembentukan pasang surut, gelombang laut, iklim, dan sistem arus laut.
2. **Geologi Oseanografi:** Ini adalah ilmu yang memiliki peran penting dalam memahami asal usul lautan, termasuk studi tentang lapisan kerak bumi di dasar laut, gunung berapi, dan gempa bumi.
3. **Kimia Oseanografi:** Ini merupakan ilmu yang berkaitan dengan reaksi kimia yang terjadi di dalam laut dan di dasar laut, serta analisis sifat-sifat kimia air laut itu sendiri.
4. **Biologi Oseanografi:** Ini sering disebut sebagai Biologi Laut, dan fokus utamanya adalah mengkaji kehidupan semua organisme di laut, mulai dari yang sangat kecil seperti plankton hingga yang besar seperti ikan dan tumbuhan air laut.

1.2 Sejarah Oseanografi

Menurut (Bhatt et al., 1978), sejarah Oseanografi dapat dibagi ke dalam beberapa periode, yaitu era klasik, periode sebelum Challenger, periode Challenger, periode setelah Challenger, dan periode Glomar Challenger. Awal perkembangan oseanografi tidak dapat dipastikan secara pasti karena manusia kuno tidak meninggalkan catatan yang sistematis, seperti jurnal atau catatan harian pribadi. Beberapa arkeolog mencatat bahwa masyarakat Polinesia dan India pra-sejarah telah melakukan perjalanan laut yang sulit dalam waktu yang lama dengan jarak yang sangat jauh.

Pedagang India Timur telah mengembangkan pengetahuan yang cukup baik tentang arus monsun pada sekitar tahun 3000 SM, karena pelayaran laut sudah menjadi kegiatan umum di wilayah Samudera Hindia. Setelah itu, bangsa Yunani dan Punisia mulai menjelajahi perairan Laut Tengah antara tahun 1500 hingga 1600 SM. Pada sekitar tahun 150 M, Claudius Ptolemy menciptakan peta Samudera Atlantik dan Hindia yang menggambarkanannya sebagai dua lautan yang terisolasi. Selama periode yang sama, beberapa alat navigasi, seperti kompas dan astrolabe (alat untuk mengukur tinggi bintang), ditemukan di Cina.

Antara tahun 800 hingga 1000 M, bangsa Viking melakukan pelayaran ke Samudera Atlantik Utara dan menemukan wilayah seperti Iceland dan Greenland. Pada tahun 1000 M, catatan sejarah menyatakan bahwa Leif putra Eric Si Merah mencapai wilayah paling utara dari Benua Amerika.

Sebelum era Challenger, terdapat prestasi-prestasi luar biasa dari dua penjelajah laut terkenal, yaitu Christopher Columbus (asal Italia), yang berhasil mencapai Benua Amerika pada tahun 1492, serta Vasco da Gama (asal Portugal), yang sukses menemukan jalur ke India melalui Tanjung Harapan pada tahun 1498. Kemudian, pada tahun 1520, pelaut Spanyol Ferdinando Maghellan melakukan ekspedisi hingga mencapai Samudera Pasifik

dan melakukan pengukuran kedalaman laut di beberapa tempat menggunakan metode gelombang bunyi, meskipun belum mampu mencapai dasar lautnya.



Gambar 1.1. Ferdinando Maghellan

(Sumber : <https://batam.tribunnews.com/2020/09/20/kisah-penjelajahan-ferdinand-magellan>)

William Dampier secara rinci menggambarkan aspek meteorologi laut dalam disiplin ilmu oseanografi dalam bukunya yang berjudul "A discourse of the Wind" pada tahun 1700. Kemudian, Captain James Cook menjalani ekspedisi di wilayah Pasifik yang mencakup pemetaan New Zealand, Laut Selatan, dan pantai barat laut Amerika Utara antara tahun 1768 hingga 1779. Selanjutnya, Benjamin Franklin menciptakan peta Arus Teluk (Gulf Stream) untuk pertama kalinya pada tahun 1770. (Groves, 1989)

Alexander Von Humboldt (1769-1859), seorang ilmuwan asal Jerman, terinspirasi oleh ekspedisi Captain Cook kemudian

juga melakukan ekspedisi laut yang berlangsung selama lima tahun melintasi Kuba, Meksiko, serta beberapa tempat di sepanjang pantai Amerika Latin. Kemudian menggambarkan hasil perjalanannya dalam 17 volume catatan yang berjudul "The Travels of Humboldt and Bonpland in the Interior of America." John Ross bersama keponakannya James Ross, pada tahun 1818, melakukan penelitian tentang kondisi serta distribusi alamiah organisme dan sedimen laut dan berhasil mengukur kedalaman Teluk Baffin di Kanada.

Pada tahun 1830, Charles Darwin melakukan ekspedisi ke Kepulauan Galapagos dengan kapal Beagle-nya, yang menghasilkan konsep evolusi yang masih relevan dalam buku-buku mengenai evolusi makhluk hidup hingga saat ini. Sementara itu, Edward Forbes mengamati makhluk hidup dan tumbuhan yang hidup di dasar laut, dan ia mengklasifikasikan populasi laut menjadi delapan zona berdasarkan pertumbuhan habitat mereka terhadap kedalaman laut.

Buku teks pertama dalam oseanografi, yang berjudul "The Physical Geography of the Sea," mengalami perkembangan awalnya. Letnan Matthew Fontaine Maury dari Angkatan Laut Amerika menulis buku ini pada tahun 1855. Ia dikenal sebagai bapak oseanografi fisika modern di kalangan bangsa Amerika.

Perkembangan penting dalam ilmu oseanografi terjadi setelah William Dittmar mempublikasikan hasil Ekspedisi Challenger pada tahun 1884. Ekspedisi ini berbasis pada perjalanan kapal Angkatan Laut Inggris, HMS Challenger, yang dipimpin oleh C. Wyville Thomson dari tahun 1872 hingga 1876. Ekspedisi ini adalah ekspedisi laut global pertama yang pernah dilakukan. Selama perjalanannya, mereka mengumpulkan berbagai sampel biologi laut, 77 sampel air laut dari beberapa samudera, data kedalaman laut, dan informasi suhu laut. Hal ini membentuk dasar bagi oseanografi geologi. Prestasi ekspedisi ini memberikan

inspirasi bagi peneliti pada ekspedisi-ekspedisi selanjutnya serta mendirikan lembaga-lembaga penelitian samudera. Seiring berjalannya waktu, berbagai informasi tentang samudera dan segala sesuatu yang terdapat di bawah permukaan air di seluruh bumi mulai terungkap. (Neshyba, 1987)



Gambar 1.2. Personil Kapal HMS Challenger dan Kapal HMS Challenger

(Sumber : <https://travel.tribunnews.com/2017/09/24/laut-terdalam>)

Pada akhir abad ke-19, ilmuwan oseanografi asal Norwegia, Fridjof Nansen, melakukan ekspedisi di Samudra Arktik dengan kapal Fram-nya untuk menyelidiki berbagai fenomena di dalam samudera tersebut. Selama ekspedisinya, ia juga mempelajari fenomena angin yang menciptakan arus permukaan laut. Salah satu kontribusi terpenting dari Nansen yang masih digunakan hingga saat ini adalah pengembangan tabung khusus untuk mengambil sampel air laut dari berbagai kedalaman, yang sekarang dikenal sebagai botol Nansen.

Pada awal abad ke-20, kapal penelitian Meteor melakukan lebih dari 70.000 pengukuran dasar samudera, yang merupakan pelengkap dari hasil pengukuran dari ekspedisi *Challenger* sebelumnya. Selanjutnya, pada tahun 1920-1922, kapal penelitian

Dana menjalani misi di Samudera Hindia dan menemukan punggung tengah samudera yang disebut Carlsberg di dasarnya.

Pada tahun 1950-an, kapal penelitian Swedia yang dikenal sebagai *Galatha Triste* berhasil melakukan pengukuran kedalaman di palung Mindanao dan juga menemukan kehidupan di dalam laut yang dalam. Kemudian, pada tahun 1968, Institut Oseanografi Scripps di La Jolla, California, meluncurkan kapal riset modern bernama *Glomar Challenger*. Kapal ini dilengkapi dengan berbagai sensor untuk mengukur semua parameter dalam ilmu oseanografi. Selain itu, *Glomar Challenger* memiliki kemampuan untuk melakukan pengeboran di dasar laut. Antara tahun 1968 hingga 1973, *Glomar Challenger* berhasil melakukan pengeboran di 450 sumur bor, melepaskan jangkar di 300 lokasi, dan menjalani perjalanan sejauh lebih dari 275.000 kilometer. (Groves, 1989)

Oseanografi saat ini telah menjadi disiplin ilmu yang multidisiplin dan melibatkan penggunaan teknologi tingkat tinggi dalam pengamatan terhadap samudera, termasuk menggunakan perangkat penginderaan jauh seperti satelit.

Pada tahun 1904, Koningsbensen seorang ahli zoologi berkebangsaan Belanda mendirikan sebuah laboratorium perikanan di Jakarta, memulai penelitian oseanografi di Indonesia serta menjadi cikal bakal penelitian oseanografi pertama di Indonesia. Kemudian, tahun 1919, diubah menjadi laboratorium Biologi Laut. Setelah itu, laboratorium ini mengalami beberapa kali perubahan nama, bertransformasi menjadi Lembaga Penelitian Laut, Lembaga Sumber Lautan, dan akhirnya menjadi Lembaga Penelitian Laut yang pada tahun 1970 berganti nama menjadi Lembaga Oseanologi Nasional. (Hutabarat & Evans, 1986)

Lembaga ini kini telah mengoperasikan stasiun penelitian dengan baik, dilengkapi fasilitas laboratorium dan kapal-kapal peneliti yang telah melakukan sejumlah penelitian mengenai kondisi perairan di sekitarnya. Salah satu dari aktivitas tersebut

adalah ekspedisi Rumphius yang telah melaksanakan serangkaian penelitian. Di samping itu, lembaga ini juga memiliki sebuah laboratorium lapangan di Pulau Pari, yang merupakan salah satu bagian dari Kepulauan Seribu yang terletak di Teluk Jakarta. (Hutabarat & Evans, 1986)

Sebagai salah satu negara kepulauan terbesar yang terletak di antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, Indonesia membutuhkan penelitian kelautan dan perikanan untuk mengungkap berbagai fenomena dan mengidentifikasi sumber daya laut secara akurat, Indonesia telah memperkuat perangkat teknologinya dengan menambah kapal-kapal penelitian. Meskipun lembaga-lembaga negara yang terkait dengan aspek kelautan seperti Dinas Hidro Oseanografi-Angkatan Laut, LIPI, dan BPPT telah dilengkapi kapal-kapal penelitian, namun jumlahnya masih belum mencukupi untuk mencakup meliputi seluruh wilayah laut Indonesia yang sangat luas (Supangat & Susanna, 2005).

1.3 Keterkaitan Oseanografi dengan Ilmu Lainnya.

Oseanografi adalah ilmu yang mempelajari lautan, termasuk segala aspek fisik, kimia, biologi, dan geologi yang terkait dengan samudera dan laut. Karena cakupannya yang luas, oseanografi memiliki banyak kaitan dengan ilmu lainnya. Berikut adalah beberapa ilmu yang memiliki hubungan erat dengan oseanografi:

1. **Fisika:** Oseanografi fisika mempelajari sifat fisik air laut, termasuk suhu, tekanan, dan arus laut. Ilmu ini memiliki kaitan dengan fisika fluida dan termodinamika.
2. **Kimia:** Oseanografi kimia mengkaji komposisi kimia air laut, siklus biogeokimia, dan perubahan kimia dalam samudera. Ilmu ini berkaitan dengan kimia laut dan biokimia.
3. **Biologi:** Oseanografi biologi memfokuskan pada organisme laut, lingkungan mereka, dan interaksi ekosistem laut. Ilmu ini terkait erat dengan biologi laut dan ekologi laut.

4. **Geologi:** Oseanografi geologi mempelajari struktur dan sejarah geologi dasar laut, termasuk cekungan samudera, punggung tengah samudera, dan aktivitas tektonik. Ilmu ini berkaitan dengan geologi laut dan geofisika laut.
5. **Meteorologi:** Kaitannya dengan oseanografi disebut oseanografi atmosfer, yang mempelajari pengaruh cuaca dan iklim terhadap samudera, serta dampak oseanik terhadap cuaca global.
6. **Matematika dan Statistik:** Matematika digunakan dalam pemodelan oseanografi untuk memahami dan meramalkan perubahan laut. Statistik digunakan untuk analisis data laut.
7. **Teknologi:** Oseanografi sangat tergantung pada teknologi seperti kapal penelitian, perangkat pengukuran otomatis, dan perangkat penginderaan jauh (seperti satelit) untuk mengumpulkan data laut.

Keterkaitan antara oseanografi dengan ilmu-ilmu lain ini penting untuk memahami kompleksitas ekosistem laut dan dampaknya terhadap planet kita. Sumber-sumber yang disebutkan di atas adalah referensi ilmiah yang mendalam dalam bidang-bidang ini.

1.4 Oseanografi Perikanan

(Sartimbul et al., 2022) Oseanografi perikanan adalah disiplin ilmu yang mempelajari interaksi antara organisme perikanan dengan ekosistem laut. Ilmu ini sangat penting karena ikan dan organisme laut lainnya tidak hanya menjadi sumber pangan bagi manusia, tetapi juga berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem samudra. Dalam makalah ini, akan dibahas secara lengkap tentang oseanografi perikanan, termasuk pentingnya penelitian ini, metode yang digunakan, dampaknya bagi keberlangsungan hidup manusia, serta upaya konservasi dan manajemen perikanan yang berkelanjutan.

1. Pentingnya Oseanografi Perikanan

(FAO, 2020) Oseanografi perikanan memainkan peran penting dalam pemahaman tentang ekologi ikan dan organisme laut lainnya serta interaksinya dengan lingkungan. Beberapa aspek penting dari oseanografi perikanan adalah:

- a. **Konservasi Sumber Daya:** Penelitian oseanografi perikanan membantu dalam pengelolaan dan konservasi sumber daya ikan agar tetap berkelanjutan. Data yang dikumpulkan tentang tingkat kelimpahan dan distribusi ikan membantu dalam menentukan kuota tangkapan yang berkelanjutan untuk mencegah eksploitasi berlebihan.
- b. **Dukungan Pangan:** Ikan dan produk perikanan menjadi sumber protein penting bagi masyarakat global. Oseanografi perikanan membantu memastikan ketersediaan sumber daya perikanan untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia.
- c. **Keseimbangan Ekosistem:** Organisme perikanan berperan sebagai predator dan mangsa dalam ekosistem laut. Pengamatan dinamika populasi ikan membantu dalam memahami dan menjaga keseimbangan ekosistem yang kompleks.
- d. **Pengelolaan Bioteknologi:** Penelitian dalam oseanografi perikanan juga berkontribusi pada pengembangan bioteknologi dalam budidaya dan pemuliaan ikan untuk meningkatkan produksi perikanan secara berkelanjutan.

2. Metode Penelitian Oseanografi Perikanan

(Fuad et al., 2019) Oseanografi perikanan menggunakan berbagai metode untuk mengumpulkan data dan informasi yang relevan. Beberapa metode utama adalah:

- a. **Survei Penangkapan Ikan:** Melibatkan penggunaan kapal riset dan jaring insang untuk mengumpulkan data tentang jenis dan jumlah ikan yang tertangkap.

- b. **Pemantauan Satelit:** Teknologi satelit digunakan untuk mengidentifikasi pola lautan, perubahan suhu permukaan laut, dan distribusi plankton, yang merupakan indikator penting untuk populasi ikan.
- c. **Penginderaan Jauh:** Teknologi penginderaan jauh memungkinkan pengukuran parameter laut secara luas dan efisien, seperti tingkat klorofil, kekeruhan, dan suhu permukaan laut.
- d. **Penanda Genetik:** Metode ini membantu dalam mengidentifikasi asal-usul ikan dan menyelidiki pola migrasi, reproduksi, dan rekayasa genetik dalam populasi ikan.

3. Dampak Oseanografi Perikanan bagi Manusia

Oseanografi perikanan memiliki dampak yang signifikan bagi manusia, terutama dalam aspek pangan dan ekonomi. Beberapa dampaknya adalah:

- a. **Pangan:** Ikan dan produk perikanan menyediakan sumber pangan yang kaya protein dan rendah lemak bagi manusia, menjadi aspek penting dalam upaya mengatasi masalah kelaparan dan gizi buruk di berbagai negara.
- b. **Ekonomi:** Sektor perikanan menjadi sumber pendapatan ekonomi bagi banyak negara, terutama yang memiliki akses ke perairan laut yang kaya sumber daya ikan.
- c. **Kesejahteraan Sosial:** Masyarakat nelayan dan pelaku usaha perikanan bergantung pada sumber daya laut untuk memenuhi kebutuhan hidup dan meningkatkan kesejahteraan mereka.

4. Konservasi dan Manajemen Perikanan yang Berkelanjutan

Dalam menghadapi tekanan eksploitasi berlebihan dan degradasi lingkungan laut, upaya konservasi dan manajemen

perikanan yang berkelanjutan menjadi sangat penting. Beberapa pendekatan yang dapat diambil adalah:

- a. **Pembentukan Kawasan Konservasi:** Mendirikan kawasan konservasi laut dan taman nasional untuk melindungi habitat penting bagi ikan dan organisme laut lainnya.
- b. **Peraturan dan Pengawasan:** Menetapkan peraturan dan kuota tangkapan yang ketat serta memastikan penegakan hukum untuk mencegah penangkapan ikan secara berlebihan.
- c. **Penggunaan Teknologi Ramah Lingkungan:** Menggunakan teknologi penangkapan ikan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk mengurangi dampak destruktif terhadap ekosistem laut.
- d. **Pengembangan Budidaya Ikan:** Meningkatkan usaha dalam budidaya ikan dan akwakultur untuk mengurangi tekanan terhadap sumber daya ikan alami.

DAFTAR PUSTAKA

- FAO. 2020. World Fisheries and Aquaculture. *Food and Agriculture Organization, 2020*, 1–244.
- Bhatt, D. R., Isabel-Jones, J. B., Villoria, G. J., Nakazawa, M., Yabek, S. M., Marks, R. A., & Jarmakani, J. M. 1978. Accuracy of echocardiography in assessing left ventricular dimensions and volume. *Circulation*, 57(4), 699–707.
- Fuad, M. A. Z., Sartimbul, A., Iranawati, F., Sambah, A. B., Yona, D., Hidayati, N., Harlyan, L. I., Sari, S. H. J., & Rahman, M. A. 2019. *Metode Penelitian Kelautan dan Perikanan: Prinsip Dasar Penelitian, Pengambilan Sampel, Analisis, dan Interpretasi Data*. Universitas Brawijaya Press.
- Groves, D. G. 1989. The oceans: a book of questions and answers. *(No Title)*.
- Hutabarat, S., & Evans, S. M. 1986. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Neshyba, S. 1987. *Oceanography: Perspectives on a fluid earth*.
- Sartimbul, A., Sambah, A. B., Iranawati, F., Yona, D., Fuad, M. A. Z., Harlyan, L. I., Hidayati, N., Sari, S. H. J., & Rahman, M. A. 2022. *Oseanografi Perikanan*. Universitas Brawijaya Press.
- Stowe, K. 1983. *Ocean science*.
- Supangat, A. (n.d.). Susanna. 2005. *Pengantar Oseanografi. H L. Dan SDNH BRKP-DKP*. Jakarta: Pusat Riset Wilayah Laut Dan Sumber Daya Non Hayati. BRKP-DKP.

BAB 2

DINAMIKA LAUT DAN POLA ARUS

Oleh Ady Jufri

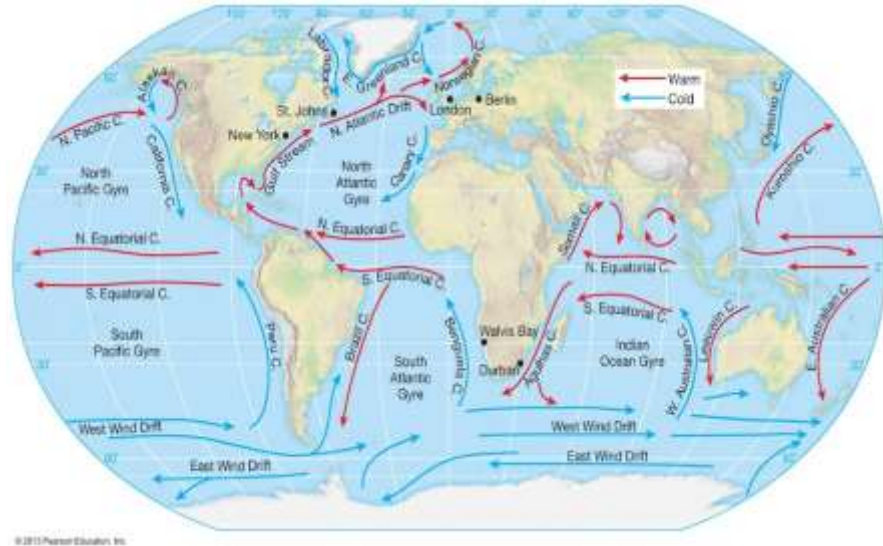
2.1 Pendahuluan

Bumi kita dengan komposisi 2/3 wilayahnya adalah lautan, maka daratan yang ada sedikit banyaknya dipengaruhi dari apa yang ada dan terjadi di lautan. Lautan menyimpan banyak fenomena dan kondisi oseanografis yang mempengaruhi satu sama lain. Laut merupakan perairan yang sangat kompleks dipengaruhi oleh faktor cuaca dan iklim yang ada di sekitarnya. Dinamika laut dan pola arus adalah topik yang sangat menarik dalam ilmu oseanografi. Dinamika laut merujuk pada gerakan air di laut dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, sementara pola arus mengacu pada arus laut yang berkembang dalam skala besar di seluruh dunia.

Lautan adalah salah satu fitur paling menakjubkan dan penting di Bumi, dan memiliki banyak fakta menarik yang memengaruhi kehidupan kita dan planet kita secara keseluruhan. Lautan menutupi lebih dari 70% permukaan Bumi dan merupakan area terbesar di planet ini. Lebih dari 97% air di Bumi terdapat di lautan. Lautan adalah rumah bagi berbagai bentuk kehidupan, dari mikroorganisme kecil hingga makhluk laut yang besar seperti paus biru. Bahkan, sekitar 80% spesies di Bumi ditemukan di lingkungan laut. (Garrison, 2015).

Pada lautan, terdapat macam-macam warna tidak selalu berwarna biru. Warna air laut dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk kedalaman, kandungan sedimen, dan organisme laut. Ini dapat menghasilkan berbagai warna, mulai dari biru laut hingga hijau, coklat, atau bahkan merah. Lautan adalah sumber daya

penting bagi manusia. Ia memberikan makanan seperti ikan dan kerang, energi terbarukan seperti energi panas laut dan energi arus laut, serta bahan baku seperti minyak dan gas alam. Arus di dunia saling terhubung satu sama lain. Lautan memiliki sirkulasi global yang sangat penting untuk iklim Bumi. Arus laut mengalir di seluruh dunia dan memengaruhi iklim regional dan global (Garrison, 2015).



Gambar 2.1. Arus Dunia
(Sumber : Geografi.org, 2022)

2.2 Dinamika Laut

Dinamika laut adalah studi tentang pergerakan dan perilaku air laut di seluruh dunia. Ini adalah cabang dari oseanografi, yang merupakan ilmu yang mempelajari samudra, laut, dan semua komponennya. Dinamika laut memeriksa berbagai aspek, termasuk pergerakan arus laut, sirkulasi laut, pola pasang surut, dan berbagai faktor yang mempengaruhinya. Di bawah ini adalah beberapa aspek penting tentang dinamika laut:

1. Arus Laut: Arus laut adalah pergerakan horizontal massal air laut yang dapat berkisar dari arus laut besar di samudra hingga arus kecil di perairan pesisir. Arus laut dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti angin, perbedaan suhu dan salinitas, pengaruh bulan dan matahari, serta topografi laut.
2. Sirkulasi Laut: Sirkulasi laut adalah pola pergerakan air laut yang lebih besar dan kompleks di seluruh dunia. Ini termasuk sirkulasi termohalin, yang disebabkan oleh perbedaan suhu dan salinitas, dan sirkulasi pasifik termasuk sirkulasi samudra besar seperti Arus Kuroshio dan Arus Gulf Stream.
3. Pola Pasang Surut: Pasang surut adalah perubahan periodik dalam permukaan air laut yang dihasilkan oleh tarikan gravitasi bulan dan matahari. Ini memengaruhi perairan pesisir dan memiliki dampak besar pada navigasi dan ekosistem pesisir.
4. Pengaruh Cuaca: Cuaca dapat memengaruhi dinamika laut, khususnya melalui angin, tekanan atmosfer, dan badai. Angin kuat, misalnya, dapat menciptakan arus laut dan mempengaruhi tinggi gelombang.
5. Perubahan Iklim dan Lautan: Dinamika laut juga sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim global. Pemanasan global dapat menyebabkan naiknya permukaan laut, perubahan pola sirkulasi, dan efek lainnya pada ekosistem laut.
6. Teknologi Pengamatan: Studi dinamika laut sangat bergantung pada teknologi seperti boya, kapal riset, satelit, dan model numerik. Teknologi-teknologi ini membantu ilmuwan dalam mengamati dan memahami pergerakan air laut secara rinci.

2.3 Pola Arus

Arus laut didefinisikan sebagai gerakan massa air dari suatu tempat atau posisi ke tempat lain di laut. Arus laut berbeda dengan gelombang laut. Gelombang laut merupakan peristiwa naik turunnya permukaan air laut yang tidak menyebabkan perpindahan massa air. Sirkulasi air di permukaan laut didominasi oleh tenaga angin, untuk di dalam laut dipengaruhi oleh arus termohalin. Arus laut disebabkan oleh radiasi matahari memanaskan atmosfer dan samudera, menyebabkan terjadinya variasi densitas udara di permukaan bumi termasuk laut dan samudera.

2.2.1 Jenis Arus

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di antara dua samudra besar, yaitu Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Ini membuat Indonesia memiliki beragam jenis arus laut yang memengaruhi perairan di sekitar negara ini. Arus laut adalah gerakan air laut yang terjadi secara horizontal dan vertikal dalam rangka mencapai keseimbangan, atau pergerakan air yang meluas di seluruh lautan dunia. Arus ini bisa disebabkan oleh sejumlah faktor, termasuk angin, perbedaan densitas air, dan gelombang panjang. Faktor-faktor yang memengaruhi pergerakan arus termasuk arah angin, perbedaan tekanan air, perbedaan densitas air, gaya Coriolis, arus Ekman, topografi dasar laut, arus permukaan, *upwelling*, dan *downwelling* (Nontji, 2005).

Selain pengaruh angin, arus laut juga dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu:

1. Topografi dasar laut dan keberadaan pulau-pulau di sekitarnya: Beberapa sistem lautan utama di dunia dibatasi oleh daratan dari tiga sisi dan oleh arus equatorial counter di sisi keempatnya. Hal ini menciptakan pola aliran yang hampir tertutup dan cenderung membentuk pola aliran berbentuk bulatan.

2. Gaya Coriolis dan arus Ekman: Gaya Coriolis memengaruhi jalur pergerakan massa air laut, membelokkan arahnya dari jalur lurus semula. Gaya Coriolis juga berperan dalam menciptakan perubahan arah yang kompleks dalam pola aliran air, terutama seiring dengan kedalaman air yang semakin dalam.
3. Perbedaan densitas, serta proses upwelling dan sinking: Perbedaan densitas air laut menyebabkan aliran massa air dari perairan dalam di daerah kutub utara dan selatan menuju daerah tropis (Hutabarat and Evans, 1985).

Beberapa jenis arus laut yang terkenal di Indonesia termasuk (Knauss, 2005):

1. Arus Lintas Khatulistiwa (*Equatorial Current*): Ini adalah arus laut yang mengalir sejajar dengan garis khatulistiwa. Arus ini memiliki dampak signifikan terhadap iklim dan cuaca di Indonesia.
2. Arus Australia Timur (*East Australian Current*): Arus ini adalah bagian dari sistem arus Australia yang berpengaruh besar terhadap arus laut di perairan timur Indonesia. Anda dapat mencari informasi lebih lanjut tentangnya di berbagai sumber ilmiah dan buku teks yang membahas oseanografi Samudra Pasifik dan Australia.
3. Arus Pasifik Utara (*North Pacific Current*): Arus ini memengaruhi perairan timur laut Indonesia dan merupakan bagian dari sirkulasi besar Samudra Pasifik. Anda dapat mencari referensi ilmiah yang lebih mendalam tentangnya dalam jurnal oseanografi atau buku yang membahas dinamika laut regional.
4. Arus Lintas Selat Karimata: Arus ini mengalir melalui Selat Karimata, yang menghubungkan Samudra Hindia dan Laut China Selatan. Anda dapat mencari informasi lebih lanjut

tentangnya dalam buku-buku atau publikasi ilmiah yang membahas oseanografi regional di wilayah tersebut.

5. Pasang Surut: Indonesia juga memiliki perubahan pasang surut yang signifikan di sepanjang pesisirnya. Pasang surut dihasilkan oleh gaya tarik gravitasi Bulan dan Matahari. Informasi lebih lanjut tentang pasang surut di Indonesia dapat ditemukan dalam publikasi ilmiah dan buku-buku tentang oseanografi pasang surut.
6. Arus Lintas Indonesia: merupakan arus yang melintasi dua lautan besar melewati Indonesia.

Arus laut dapat dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan berbagai faktor seperti sumber penggerakannya, lokasi, dan karakteristiknya. Berikut adalah beberapa cara umum untuk membagi arus laut:

1. Berdasarkan Sumber Penggerak:
 - a. Arus Angin (*Wind-Driven Currents*): Arus ini disebabkan oleh pengaruh angin di atas permukaan laut. Contohnya adalah Arus California yang disebabkan oleh angin dari arah barat di Samudra Pasifik Utara.
 - b. Arus Termohalin (*Thermohaline Currents*): Arus ini disebabkan oleh perbedaan suhu dan salinitas air laut. Salah satu contohnya adalah Arus Labrador di Atlantik Utara, yang terbentuk karena pendinginan air laut di dekat Greenland.
2. Berdasarkan Lokasi Geografis:
 - a. Arus Lintas Samudra (*Ocean Currents*): Arus ini mengalir di seluruh samudra dan dapat membentang ribuan kilometer. Contoh termasuk Arus Gulf Stream di Atlantik Utara dan Arus Kuroshio di Samudra Pasifik.
 - b. Arus Pesisir (*Coastal Currents*): Arus ini mengalir sepanjang pesisir dan biasanya memiliki dampak yang

lebih lokal. Contoh termasuk Arus California di Pantai Barat Amerika Utara dan Arus Lintas Selat Sunda di Indonesia.

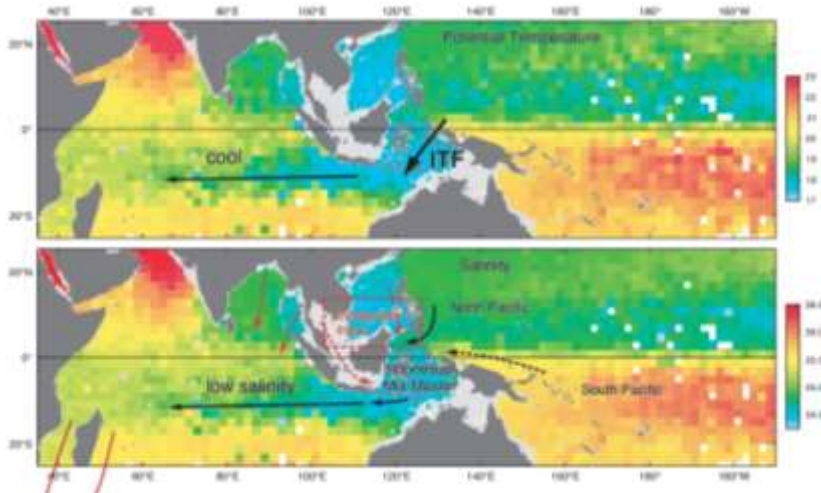
3. Berdasarkan Arah Pergerakan:

Arus Panas (*Warm Currents*): Arus ini membawa air laut hangat dari daerah tropis ke daerah yang lebih dingin. Contoh termasuk Arus Gulf Stream di Atlantik.

2.2.2 Arus Lintas Indonesia

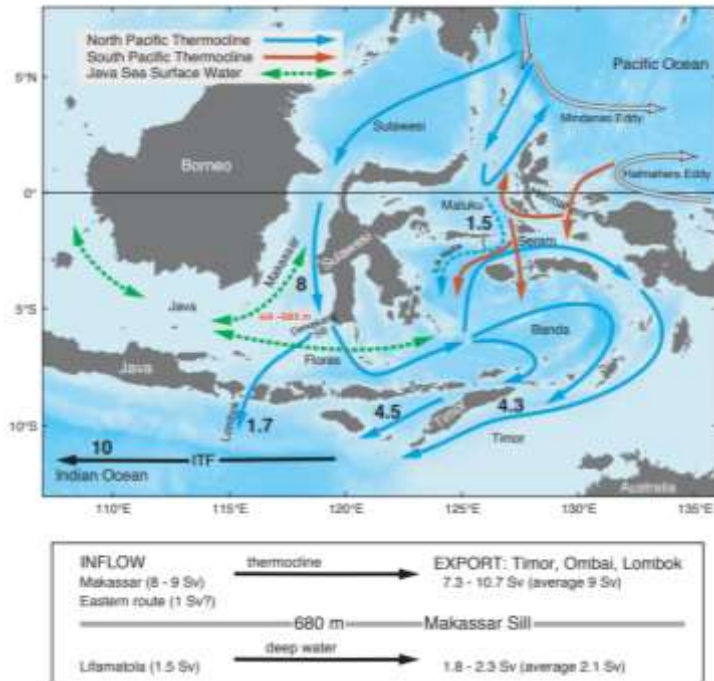
Arus Lintas Indonesia (*Indonesian Through Flow*) atau yang dikenal dengan ARLINDO merupakan aliran massa air yang melintasi samudera dengan melewati perairan di Indonesia. Sebagai negara yang terletak diantara dua samudera yaitu Samudera Pasifik di bagian utara dan timur laut serta Samudera Hindia di bagian selatan merupakan lintasan saluran bagi aliran massa air dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia. Aliran massa air ini dikarenakan adanya perbedaan tekanan antara kedua perairan tersebut sehingga terjadi perpindahan massa air dalam jumlah yang besar (Hasanudin, 1998).

Arlindo membawa massa air Samudra Pasifik masuk ke perairan Indonesia melalui 2 jalur, yaitu jalur barat yang masuk melalui Laut Sulawesi lalu ke Selat Makassar, Laut Flores, dan ke Laut Banda. Jalur kedua adalah jalur timur yang melalui Laut Maluku dan Laut Halmahera lalu ke Laut Banda. Massa air ini akan keluar menuju Samudra Hindia terutama melalui Laut Timor. Jalur keluar lainnya melalui Selat Ombai, yaitu selat antara Alor dan Timor, serta melalui Selat Lombok (Safitri, Cahyarini and Putri, 2012).



Gambar 2.2. Arus Lintas Indonesia
(Sumber : Gordon, 2005)

ARLINDO melintasi wilayah Indonesia dikarenakan wilayah ini terletak di antara dua samudera besar, yakni Samudera Pasifik di utara dan timur serta Samudera Hindia di selatan dan barat daya. ARLINDO juga dapat dianggap sebagai jalur dimana massa air dari bagian barat Samudera Pasifik mengalir menuju bagian tenggara Samudera Hindia melalui perairan Indonesia. Aliran ini terjadi akibat perbedaan tekanan antara kedua samudera tersebut, yang sebagian besar dipengaruhi oleh angin pasat tenggara yang mendominasi wilayah ini. Angin pasat tenggara mendorong air di Samudera Pasifik ke arah barat, mendekati wilayah Indonesia, sehingga menyebabkan penumpukan massa air di sana. Penumpukan massa air ini menciptakan perbedaan tekanan antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Beberapa jalur masuk ARLINDO yang telah diidentifikasi mencakup Selat Makassar, Laut Maluku, dan Laut Halmahera (Kharisma, 2017).



Gambar 2.3. Arus Lintas Indonesia
(Sumber : Gordon, 2005)

Selat Makassar juga dikenal sebagai salah satu jalur utama bagi masuknya ARLINDO. Aliran air dari Pasifik Utara bergerak menuju wilayah Laut Sulawesi, melintasi Selat Makassar, dan kemudian mencapai pusat perairan Indonesia. Setelah mencapai wilayah perairan Indonesia, jalur yang berasal dari Selat Makassar ini terbagi menjadi dua cabang, yaitu satu menuju barat daya Indonesia atau ke Samudera Hindia melalui Selat Lombok, sementara cabang lainnya mengarah ke wilayah timur Indonesia, tepatnya di Laut Banda melalui Laut Flores. Di Laut Banda, aliran air ini akan mencampur dengan aliran air dari Pasifik Selatan yang memasuki melalui Laut Halmahera, Laut Maluku, dan Laut Seram.

Campuran air yang berada di Laut Banda ini kemudian bergerak menuju Samudera Hindia melalui Selat Ombai dan Celah Timor.

Gerbang kedua yang dianggap sebagai jalur masuk bagi ARLINDO adalah Laut Maluku. Aliran air dari Pasifik bergerak melalui Laut Maluku, menuju Laut Seram, dengan melewati Selat Lifamatola, dan dari Laut Seram melanjutkan perjalanan menuju Selat Manipa ke Laut Banda. Gerbang ketiga bagi masuknya ARLINDO adalah Laut Halmahera, di mana aliran air dari Pasifik Selatan melalui laut ini bergerak menuju Laut Seram dan Cekungan Aru. Setelah terjadi pencampuran, aliran air ini kemudian melanjutkan perjalanannya menuju Samudera Hindia melalui bagian timur Laut Timor. (Kharisma, 2017).

2.4 Manfaat Arus

Arus laut memiliki berbagai manfaat penting bagi kehidupan di Bumi kepada semua organisme di dalamnya yang sangat memengaruhi kehidupan di Bumi. Berikut beberapa manfaat utama dari arus laut:

1. **Regulasi Iklim Global:** Arus laut membantu mengatur iklim global dengan mengalirkan panas dari daerah-daerah tropis ke daerah-daerah kutub dan sebaliknya. Contohnya adalah Arus Gulf Stream yang membantu mempertahankan iklim yang relatif hangat di Eropa Barat.
2. **Pengaruh Terhadap Cuaca:** Arus laut dapat memengaruhi pola cuaca regional dan lokal. Posisi dan suhu arus laut dapat mempengaruhi suhu udara dan pola hujan di daerah pesisir.
3. **Transportasi:** Arus laut telah digunakan sebagai rute transportasi selama berabad-abad. Kapal-kapal dapat memanfaatkan arus laut untuk mempercepat perjalanan dan menghemat bahan bakar.
4. **Ekosistem Laut:** Arus laut membantu mendistribusikan nutrisi, plankton, dan plankton ke berbagai wilayah laut.

Ini mendukung kehidupan laut yang beragam dan penting bagi rantai makanan laut.

5. Energi Terbarukan: Arus laut dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan. Teknologi seperti turbin arus laut dapat menghasilkan listrik dari pergerakan air laut.
6. Survei Kelautan dan Penelitian: Arus laut memberikan petunjuk penting dalam penelitian kelautan dan oseanografi. Pengamatan arus laut membantu ilmuwan memahami sirkulasi laut, perubahan iklim, dan pergerakan organisme laut.
7. Pariwisata: Beberapa daerah pesisir yang memiliki arus laut yang kuat menjadi tempat populer bagi para peselancar dan penyelam. Arus laut yang indah juga menjadi daya tarik wisatawan.
8. Pemecahan Limbah Laut: Arus laut dapat membantu menyebarkan dan memecah limbah laut, membantu mengurangi dampak polusi di area tertentu.
9. Pertanian Laut: Arus laut dapat digunakan dalam budidaya laut untuk memastikan sirkulasi nutrisi yang baik bagi spesies yang dibudidayakan.
10. Sumber Pangan: Arus laut membantu ikan dan organisme laut lainnya bergerak dan mencari makanan, yang akhirnya menjadi sumber pangan bagi manusia.

Penting untuk diingat bahwa manfaat arus laut dapat berbeda-beda tergantung pada lokasi dan karakteristik arus tersebut. Selain manfaatnya, arus laut juga dapat memiliki dampak negatif, seperti menyebabkan erosi pantai atau mengganggu navigasi kapal. Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang arus laut dan pengelolaannya dengan bijak sangat penting.

DAFTAR PUSTAKA

- Garrison, T.S. 2015. *Oceanography: An Invitation to Marine Science*. 9th edn. USA: Cengage Learning.
- Geografi.org. 2022. *Arus Laut dan Faktor yang mempengaruhinya*.
- Gordon, A.L. 2005. 'Oceanography of Indonesian Seas and Their Throughflow', *Oceanography*, 18(4), pp. 14–27.
- Hasanudin, O.M. 1998. 'Arus Lintas Indonesia (ARLINDO)', XXIII(2), pp. 1–9. Available at: www.oseanografi.lipi.go.id.
- Hutabarat, S. and Evans, S.M. 1985. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press Jakarta.
- Kharisma, V. 2017. *Mengenal Arus Lintas Indonesia (ARLINDO), National Oceanographic*. Available at: <https://www.facebook.com/nationaloceanographic>.
- Knauss, J.A. 2005. *Introduction to Physical Oceanography*. Second.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan.
- Safitri, M., Cahyarini, S.Y. and Putri, M.R. 2012. 'Variasi Arus Arlindo Dan Parameter Oseanografi Di Laut Timor Sebagai Indikasi Kejadian Enso', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(2), pp. 369–377.

BAB 3

PENGARUH PASANG SURUT TERHADAP PERIKANAN

Oleh Dian Puspitasari

3.1 Pendahuluan

Phytheas adalah manusia pertama yang mengamati kaitan antara pasang surut dengan gaya tarik yang dihasilkan oleh bulan. Pengamatan dilakukan saat mengamati gelombang pasang yang sangat kuat di pantai Britania. Gaya tarik bulan lebih dominan daripada gaya tarik matahari pada bumi, dampaknya yaitu bagian bumi yang menghadap bulan akan mengalami tarikan yang lebih kuat. Akibatnya, wilayah bumi yang menghadap bulan akan mengalami tarikan yang lebih intens, yang menyebabkan permukaan air laut di daerah tersebut naik, menghasilkan pasang. Pada saat yang sama, di sisi bumi yang berlawanan juga mengalami fenomena serupa, yaitu terjadinya pasang. Di wilayah yang berada tegak lurus terhadap garis imajiner yang menghubungkan antara bumi dan bulan, air samudra akan mengalami pergeseran lateral, menyebabkan penurunan permukaan air laut yang dikenal sebagai pasang surut (Suwito and Susanti, 2017).

Pasang surut merupakan bagian dari gelombang laut yang memiliki periode yang panjang. Periode gelombang pasang surut berkisar antara 12 hingga 24 jam, dan hal ini dipengaruhi oleh jenis pasang surut disuatu perairan tertentu. Pada umumnya, pasang surut terkait dengan perubahan berkala dalam ketinggian permukaan air laut sebagai akibat dari gaya tarik-menarik yang diberikan oleh benda-benda langit, terutama matahari dan bulan, terhadap massa air yang terdapat di bumi (Fadilah, Suripin and

Sasongko, 2014; Nugroho, Ismunarti and Rochaddi, 2015; Yona *et al.*, 2017; Hamuna *et al.*, 2018).



Gambar 3.1. Posisi Bulan, Bumi, dan Matahari (Pasang Surut)
(Sumber: Suwito and Susanti, 2017)

Pasang surut adalah hasil dari interaksi kompleks antara gaya tarik yang berasal dari bulan, matahari, dan gaya sentrifugal bumi. Walaupun massa matahari jauh melebihi bulan dengan perbandingan sekitar 27 juta kali lebih besar, dan gaya tarik matahari jauh lebih kuat dengan perbandingan sekitar 1.172 kali lipat dibandingkan gaya tarik bulan, namun jarak bumi ke matahari jauh lebih jauh, sekitar 390 kali lipat lebih jauh daripada jarak bumi ke bulan yang relatif dekat dengan rata-rata 381.160 km. Oleh karena itu, pengaruh gaya tarik bulan terhadap pasang laut sekitar 2,17 kali lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari (Suwito and Susanti, 2017).

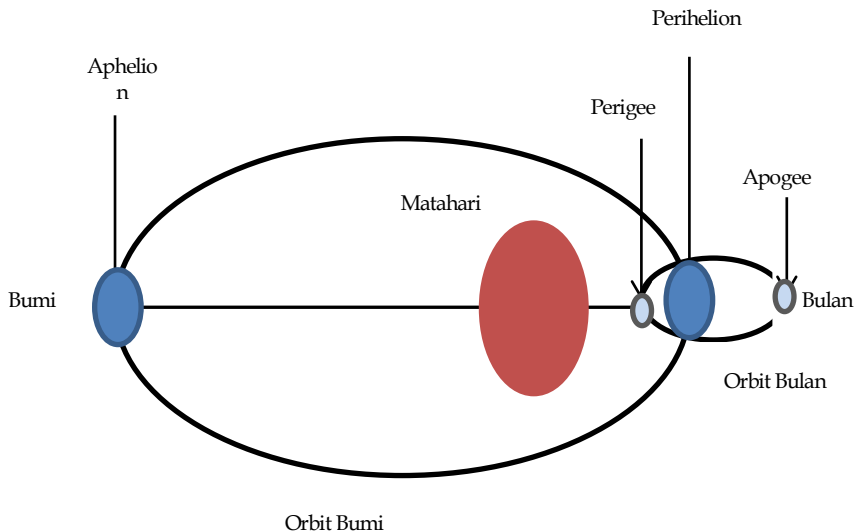
3.2 Gaya Penggerak Pasang Surut

Pasang laut pada dasarnya disebabkan oleh gaya tarik antara dua kekuatan yaitu berasal dari efek sentrifugal dan gravitasi. Gaya sentrifugal muncul karena rotasi bumi, sementara gaya gravitasi disebabkan oleh keberadaan bulan. Gaya sentrifugal adalah kekuatan yang mendorong benda-benda menjauh dari pusat bumi dengan kekuatan yang hampir sama dengan gaya tarik yang menarik benda-benda ke permukaan bumi. Sementara itu, gaya gravitasi bulan tidak merata di seluruh permukaan bumi.

Kekuatan gravitasi terbesar terdapat pada daerah yang berada paling dekat dengan bulan, sedangkan kekuatan terlemah terdapat di daerah yang paling jauh dari bulan (Hutabarat and Evans, 2018).

Fenomena pembangkitan pasang surut menyebabkan perbedaan tinggi permukaan air laut pada kondisi kedudukan tertentu dari bumi, bulan dan matahari (Hamuna *et al.*, 2018). Pergerakan dari matahari, bumi dan bulan sebagai penentu dari adanya perubahan paras laut yang terdapat di bumi. Gerakan-gerakan tersebut adalah rotasi bumi, revolusi bulan terhadap bumi dan revolusi bumi terhadap matahari (Yona *et al.*, 2017).

1. Rotasi bumi
Perputaran bumi terhadap sumbunya dan waktu yang dibutuhkan yaitu 24 jam.
2. Revolusi bulan terhadap matahari
Bulan mengitari bumi dalam sebuah lintasan elips dan memerlukan waktu selama 29,5 hari.
3. Revolusi bumi terhadap matahari
Bumi mengelilingi matahari dengan jalur berbentuk elips dan memerlukan waktu sekitar 365,25 hari.



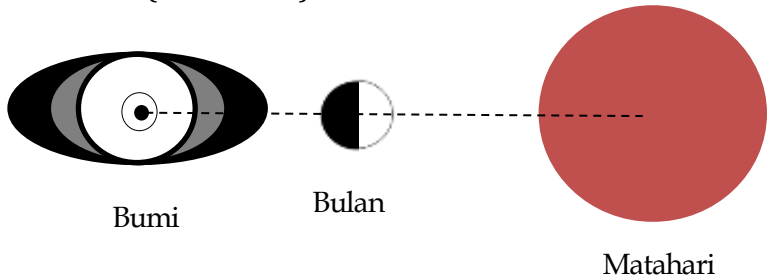
Gambar 3.2. Pembangkitan Pasang Surut
(Sumber: Yona *et al.*, 2017)

Gaya tarik akibat pengaruh gravitasi matahari juga memiliki dampak pada pasang surut, meskipun pengaruhnya kurang signifikan dibandingkan dengan gaya gravitasi bulan, yaitu sekitar 47% dari gaya gravitasi bulan. Ketika matahari dan bulan berada dalam satu garis dengan Bumi saat bulan baru dan bulan purnama, mereka menghasilkan gaya gravitasi yang bekerja bersama-sama. Gabungan dari dua gaya tarik ini mengakibatkan air laut mengalami pasang yang lebih tinggi dari biasanya, dan fenomena ini dikenal sebagai pasang surut purnama atau *spring tide*. Namun, ketika matahari dan bulan berada pada posisi yang membentuk sudut siku-siku sekitar seperempat dan tiga perempat siklus bulan, maka daya tarik bulan akan melemah. Ini mengakibatkan gaya tarik terhadap air laut berkurang, dan sebagai akibatnya, pasang laut lebih rendah atau memiliki amplitudo yang lebih kecil. Keadaan ini dikenal sebagai *neap tide* (Hutabarat and Evans, 2018).

3.2.1 Pasang Surut Purnama (*Spring Tide*)

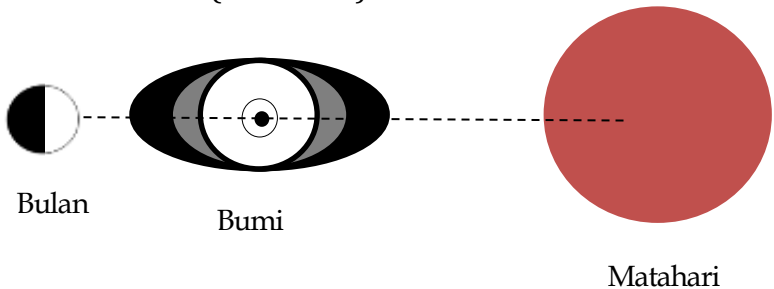
Pasang surut air laut di permukaan bumi dengan kedudukan tertinggi pada saat titik pusat bumi, bulan dan matahari berada pada satu garis lurus (deklinasi 0° atau 360°). Serta diperkuat dengan pengaruh dari masing-masing gaya penggerak pasang surut (bulan dan matahari) (Yona *et al.*, 2017).

1. Bulan Baru (*New Moon*)



Gambar 3.3. Posisi Bumi, Bulan dan Matahari saat Bulan Baru

2. Bulan Purnama (*Full Moon*)

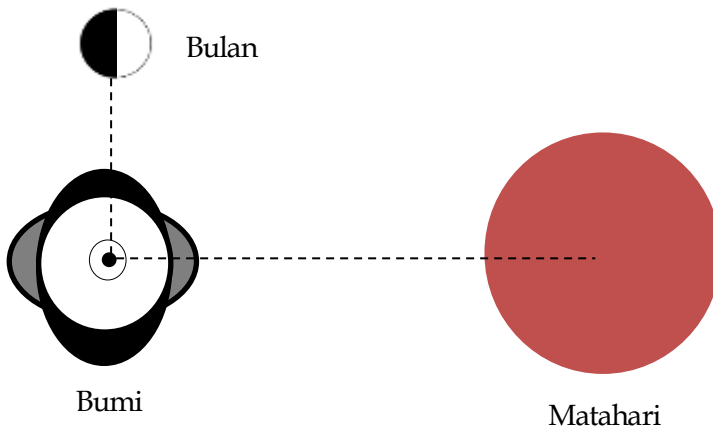


Gambar 3.4. Posisi Bumi, Bulan dan Matahari saat Bulan Purnama

3.2.2 Pasang Surut Perbani (*Neap Tide*)

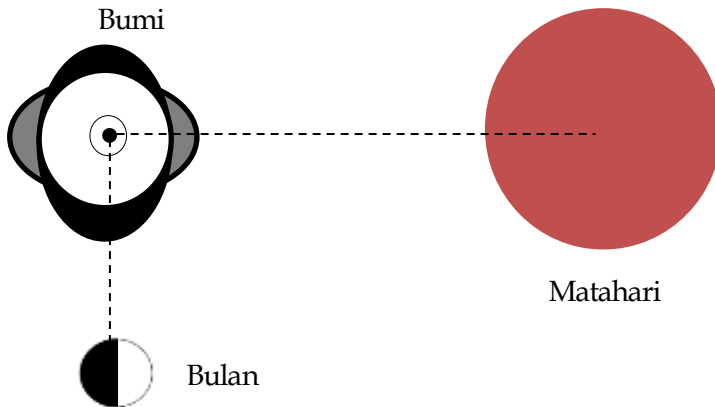
Pasang surut air laut dengan tinggi minimum terjadi pada keadaan di mana garis hubung titik-titik pusat bumi dan matahari tegak lurus dengan garis hubung titik-titik pusat bumi dengan bulan (Yona *et al.*, 2017).

1. Bulan Seperempat (*First Quarter*)



Gambar 3.5. Posisi Bumi, Bulan dan Matahari saat Bulan Seperempat

2. Bulan Seperempat Terakhir (*Last Quarter*)



Gambar 3.6. Posisi Bumi, Bulan dan Matahari saat Bulan Seperempat Terakhir

3.3 Istilah-Istilah Elevasi Muka Air

Istilah-istilah elevasi permukaan air yang digunakan dalam pasang surut, antara lain:

1. *High Water Level* (HWL atau muka air tinggi) yaitu ketinggian maksimum yang dicapai permukaan air pada saat air pasang dalam satu kali siklus pasang surut.
2. *Low Water Level* (LWL) yaitu kedudukan yang dicapai pada saat air surut dengan posisi terendah dalam satu kali siklus pasang surut.
3. *Mean High Water Level* (MHWL) yaitu rata-rata dari permukaan air tinggi selama periode 19 tahun.
4. *Mean Low Water Level* (MLWL) yaitu rata-rata dari permukaan air rendah selama periode 19 tahun.
5. *Mean Sea Level* (MSL) yaitu rata-rata permukaan air antara rata-rata permukaan air tinggi dan rata-rata permukaan air rendah.

6. *Highest High Water Level* (HHWL) yaitu air tertinggi saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. *Lowest Low Water Level* (LLWL) yaitu air terendah saat pasang surut purnama.
8. *Mean High Water Surface* (MHWS) yaitu rata-rata pasang tertinggi setiap periode purnama dan biasanya terjadi 15 hari sekali.
9. *Mean Low Water Surface* (MLWS) yaitu rata-rata surut terendah setiap periode purnama dan biasanya terjadi 15 hari sekali.

Istilah-istilah diatas diperlukan dalam keperluan tertentu. Dua diantaranya yaitu MHWL yang digunakan untuk menentukan elevasi puncak pemecah gelombang dalam perencanaan bangunan-bangunan pelabuhan dan LLWL yang dimanfaatkan untuk menentukan kedalaman alur pelayaran dan kolam pelabuhan (Yona *et al.*, 2017).

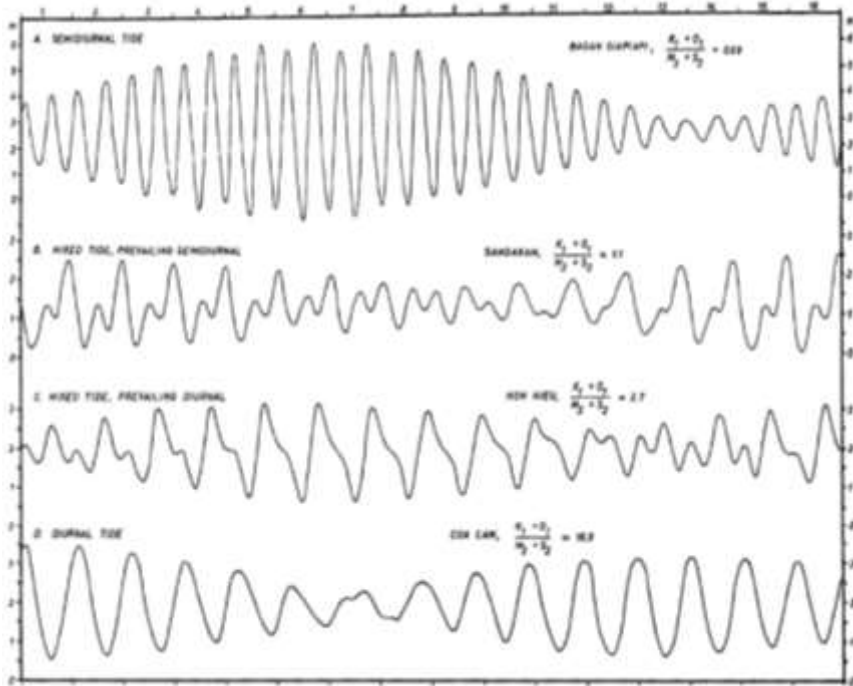
3.4 Tipe Pasang Surut

Tipe pasang surut dapat ditentukan dengan dua metode. Metode pertama adalah dengan melihat grafik pasang surut, sedangkan metode kedua yaitu menghitung nilai bilangan Formzahl (F) (Yona *et al.*, 2017). Beberapa tipe pasang surut berdasarkan bilangan Formzahl menurut yaitu :

1. Pasang surut harian ganda
Dalam waktu 24 jam, terjdapat dua kali air pasang dan dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama. Pasang surut ini berjalan berkesinambungan dan secara teratur. Rata-rata, periode pasang surut adalah sekitar 12 jam 24 menit. Memiliki nilai $F < 0,25$. Pasang surut jenis ini terdapat di Selat Malaka sampai laut Andaman dan Bagan Siapi-api.

2. Pasang surut harian tunggal
Dalam satu hari terdapat satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Lokasi pasang surut ini di Selat Karimata dan memiliki nilai $F > 3$.
3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda
Jenis pasang surut ini memiliki nilai F antara 0,25 dan 1,5. Dalam sehari, terdapat dua kali pasang dan dua kali surut. Akan tetapi, tinggi dan lama waktu dari pasang surut jenis ini berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat di perairan Indonesia Timur.
4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal
Dalam sehari, terdapat dua kali pasang dan satu kali surut. Namun, terkadang terdapat dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi serta periode yang berbeda. Daerah dengan pasang surut jenis ini terdapat di Selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat. Memiliki nilai $F > 3$.

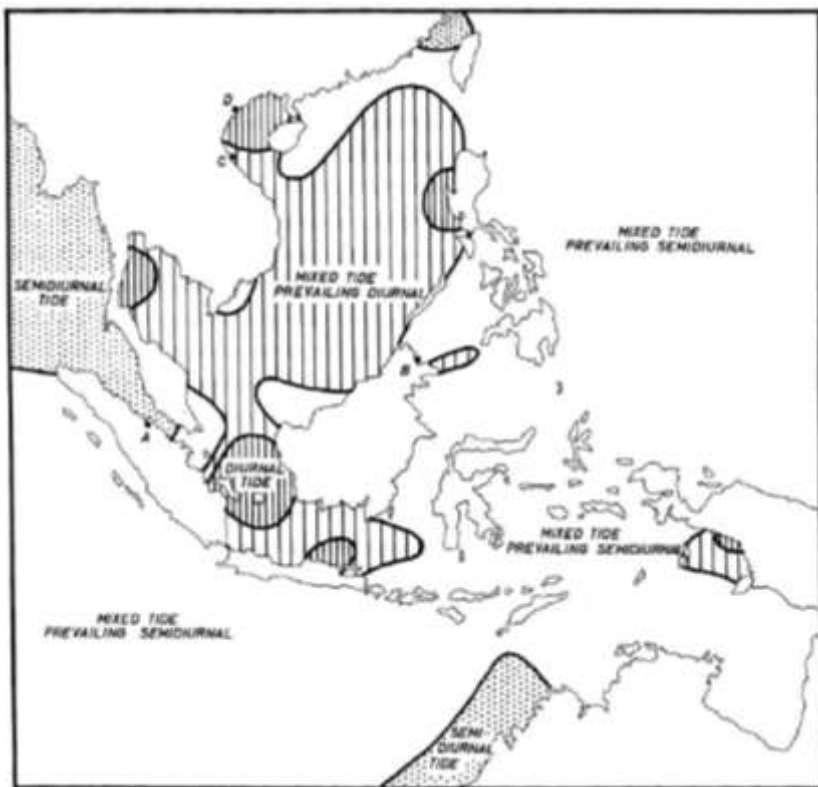
Beberapa contoh grafik pasang surut terletak pada Gambar 3.6.



Gambar 3.7. Tipe-Tipe Pasang Surut
(Sumber: Wyrтки, 1961)

3.5 Peta Sebaran Tipe Pasang Surut di Indonesia

Sebaran tipe pasang surut berdasarkan bilangan Formzahl (F) di perairan Indonesia dan perairan sekitarnya ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Peta Lokasi Pasang Surut di Indonesia dan Sekitarnya
(Sumber: Wyrтки, 1961)

3.6 Korelasi Pasang Surut dan Perikanan

Pengetahuan tentang pasang surut sangat bermanfaat, tidak terkecuali untuk negara Indonesia. Data pasang surut bermanfaat untuk bidang perikanan dan bidang non perikanan. Pemanfaatan data pasang surut bidang non perikanan antara lain : penentuan garis pantai, penentuan *chart datum* (geodesi), studi geologi pesisir, untuk desain konstruksi bangunan pantai, dan pola penyebaran limbah di laut (seperti limbah industri dan tumpahan minyak). Sedangkan pemanfaatan data pasang surut bidang perikanan

seperti: keamanan dan keselamatan pelayaran, sirkulasi air tambak, penelitian tentang biota laut terutama pada zona intertidal (Yona *et al.*, 2017). Penjelasan terkait korelasi antara pasang surut dan bidang perikanan sebagai berikut:

1. Korelasi Pasang Surut dan Keamanan dan Keselamatan Pelayaran

a. Navigasi yang Aman

Data pasang surut memberikan informasi tentang perubahan tinggi air laut selama suatu periode tertentu. Ini memungkinkan kapten kapal dan nakhoda untuk merencanakan waktu berlayar yang paling aman. Pada saat pasang surut tinggi, kapal besar mungkin lebih mudah untuk berlayar melewati perairan dangkal, sementara pasang surut rendah dapat membutuhkan perhatian khusus agar kapal tidak terdampar.

b. Perubahan Arus Laut

Pasang surut juga memengaruhi arus laut. Saat pasang surut berubah, arus laut akan lebih kuat dan dapat mempengaruhi manuver kapal. Kapten harus memahami perubahan arus laut yang terkait dengan pasang surut untuk menghindari situasi berbahaya dan menjaga kontrol kapal.

c. Keselamatan Dermaga dan Pelabuhan

Data pasang surut membantu dalam perencanaan dan desain infrastruktur pelabuhan, dermaga, dan fasilitas maritim lainnya. Dengan mengetahui pola pasang surut yang ada di pelabuhan, perencanaan infrastruktur dapat mempertimbangkan risiko banjir pasang surut dan mengambil langkah-langkah untuk melindungi fasilitas dan personel yang ada di sana.

d. Pelayaran di Perairan Terbatas

Di perairan terbatas, seperti selat dan sungai, perubahan tinggi air laut yang berkaitan dengan pasang surut dapat

memiliki dampak signifikan pada keamanan pelayaran. Kapten kapal harus memahami pola pasang surut di perairan tersebut agar dapat menghindari kerusakan pada kapal dan potensi tabrakan dengan kapal lain atau infrastruktur.

e. Prediksi Cuaca Buruk

Data pasang surut juga digunakan dalam pemantauan cuaca dan peringatan dini. Pasang surut yang ekstrem dapat mempengaruhi kondisi cuaca, termasuk gelombang laut dan angin kencang. Ini penting dalam menjaga keselamatan kapal dan awaknya.

Dengan menggunakan data pasang surut, kapten kapal dapat merencanakan pelayaran yang lebih aman dan efisien, menghindari bahaya potensial, dan meminimalkan risiko terjadinya insiden atau kecelakaan laut. Oleh karena itu, data pasang surut sebagai salah satu faktor penting dalam memastikan keamanan dan keselamatan pelayaran.

2. Korelasi Pasang Surut dan Sirkulasi Air Tambak

a. Pemasukan Air Segar

Data pasang surut membantu petani tambak memahami pola aliran air masuk ke dalam tambak. Selama pasang surut tinggi, air laut dapat masuk ke dalam tambak melalui saluran air atau pintu air. Ini memberikan sumber air segar yang penting yang membawa oksigen terlarut dan nutrisi ke dalam tambak. Pemasukan air segar ini membantu menjaga kualitas air dan mendukung pertumbuhan organisme budidaya.

b. Pengeluaran Air Kotor

Saat pasang surut berubah rendah, air laut yang telah masuk ke dalam tambak selama pasang tinggi akan mengalir keluar melalui saluran pembuangan. Proses ini membantu mengeluarkan air kotor, limbah organisme

tambak, dan endapan dari tambak. Pengeluaran air kotor ini penting untuk menjaga kualitas air tambak tetap baik.

c. Pengendalian Salinitas

Pasang surut mempengaruhi tingkat salinitas (kadar garam) dalam tambak. Selama pasang surut tinggi, salinitas dapat meningkat karena air laut masuk. Sebaliknya, selama pasang surut rendah, salinitas dapat berkurang karena air tawar masuk. Pengetahuan tentang pola pasang surut membantu petani tambak mengelola tingkat salinitas yang optimal untuk spesies yang dibudidayakan.

d. Distribusi Nutrien dan Plankton

Data pasang surut juga memengaruhi distribusi nutrisi dan plankton dalam tambak. Air laut yang masuk membawa nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan fitoplankton, yang merupakan sumber makanan bagi organisme tambak. Ini memengaruhi rantai makanan di dalam tambak dan mendukung pertumbuhan organisme tambak.

e. Pemodelan Perencanaan Tambak

Petani tambak sering menggunakan data pasang surut dalam perencanaan pembangunan tambak. Mereka dapat merencanakan saluran air, pintu air, dan sistem peredaran air berdasarkan pola pasang surut yang ada di wilayah tersebut.

Dengan demikian, data pasang surut adalah faktor penting dalam manajemen tambak yang baik. Memahami bagaimana pasang surut memengaruhi sirkulasi air dalam tambak membantu petani tambak merencanakan pengisian dan pengeluaran air yang efektif, menjaga kualitas air yang sesuai, dan mendukung pertumbuhan organisme budidaya dengan lebih baik.

3. Korelasi Pasang Surut dan Penelitian Tentang Biota Laut Terutama Pada Zona Intertidal

a. Pengaruh Lingkungan

Pasang surut adalah salah satu faktor lingkungan utama yang mempengaruhi zona intertidal. Perubahan air laut yang berkaitan dengan pasang surut mempengaruhi suhu, salinitas, kadar oksigen, dan paparan cahaya di zona intertidal. Semua ini dapat berdampak pada jenis biota yang dapat hidup di sana.

b. Distribusi dan Adaptasi Organisme

Organisme laut di zona intertidal harus mampu beradaptasi dengan perubahan lingkungan yang disebabkan oleh pasang surut. Mereka harus mampu bertahan saat terendam di bawah air selama pasang tinggi dan beradaptasi dengan kondisi kering saat pasang surut rendah. Data pasang surut membantu para peneliti memahami pola distribusi dan adaptasi organisme ini.

c. Penelitian Perilaku

Penelitian tentang perilaku biota laut, seperti aktivitas makan, reproduksi, dan pergerakan, sering kali berkaitan dengan perubahan pasang surut. Organisme di zona intertidal seringkali aktif saat terendam di bawah air selama pasang tinggi dan harus beristirahat atau menghindari dari bahaya saat pasang surut rendah. Data pasang surut dapat membantu peneliti memahami pola perilaku ini.

d. Pemodelan Ekosistem

Penelitian mengenai zona intertidal juga mencakup pemodelan ekosistem. Data pasang surut digunakan dalam model ekosistem untuk memprediksi perubahan dalam komunitas biota laut, seperti bagaimana perubahan pasang surut dapat memengaruhi keberlanjutan populasi organisme tertentu.

e. Pemantauan Lingkungan

Data pasang surut digunakan dalam pemantauan lingkungan untuk melacak perubahan dalam lingkungan zona intertidal seiring waktu. Ini dapat membantu mengidentifikasi tren jangka panjang dalam dinamika biota laut dan perubahan yang mungkin terkait dengan perubahan iklim atau aktivitas manusia.

Dengan memahami pola pasang surut dan dampaknya pada zona intertidal, peneliti dapat merencanakan penelitian dan pemantauan yang lebih efektif untuk memahami ekologi dan dinamika biota laut di suatu wilayah. Data pasang surut merupakan alat penting dalam memahami kaitan antara perubahan lingkungan dan kehidupan organisme di zona intertidal, serta dapat membantu dalam pelestarian dan pengelolaan ekosistem ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadilah, Suripin and Sasongko, D.P. 2014. 'Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty', 6(1), pp. 1–12.
- Hamuna, B. *et al.* 2018. 'Studi Karakteristik Pasang Surut Perairan Laut Mimika, Provinsi Papua', *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 1(1), pp. 19–28. doi:10.31957/v1i1.503.
- Hutabarat, S. and Evans, S.M. 2018. *Pengantar Oseanografi*. Kedua. Jakarta: UI-Press.
- Mansyur, A.R. 2020. 'Dampak COVID-19 Terhadap Dinamika Pembelajaran Di Indonesia', *Education and Learning Journal*, Vol. 1, No, pp. 113–123.
- Nugroho, A., Ismunarti, D.H. and Rochaddi, B. 2015. 'Studi Karakteristik dan Co-Range Pasang Surut di Teluk Lembar Lombok Nusa Tenggara Barat', *Jurnal Oseanografi*, 4(1), pp. 93–99. Available at: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose>.
- Suwito and Susanti, N.E. 2017. *Geografi Kelautan*. Pertama. Malang: Ediide Infografika.
- Wyrtki, K. 1961. 'Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters. Naga Report Volume 2. Scientific Results of Marine Investigation of the South China Sea and the Gulf of Thailand 1959-1961', *Scientific Results of Marine Investigation of the South China Sea and the Gulf of Thailand 1959-1961*, 2(Naga Report), p. 195.
- Yona, D. *et al.* 2017. *Fundamental Oseanografi*. Malang: UB Press.

BAB 4

OSEANOGRAFI ARUS DALAM

Oleh Dheni Rossarie

4.1 Pendahuluan

Oseanografi dari bahasa Yunani yaitu *oceanus* (samudera) dan *graphos* (deskripsi) yang artinya deskripsi samudera. Namun oseanografi sendiri bukan hanya tentang deskripsi mengenai samudera. (Supangat dan Susanna, 2008). Oseanografi bukan hanya ilmu murni tapi ilmu dasar kimia, fisika, meteorologi, geologi dan biologi. Ilmu yang mengajarkan hubungan sifat fisik di lautan dan antara lautan dengan atmosfer dan daratan disebut fisika oseanografi. Dan juga kejadian seperti adanya tenaga pembangkit pasang gelombang dengan sistem arus yang ada di lautan. Kimia oseanografi yaitu kimia yang terjadi di dasar dan dalam laut dan juga menganalisis sifat laut itu sendiri. Biologi oseanografi yaitu ilmu yang mempelajari organisme yang hidup di laut termasuk plankton dan tumbuhan di laut. (Suhartil, 1996)

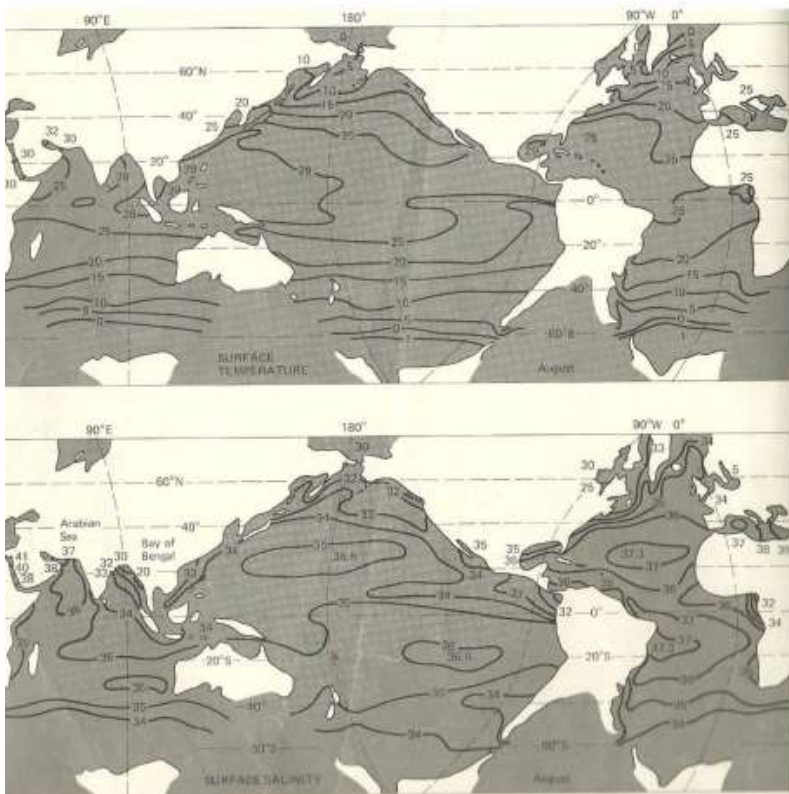
4.2 Sifat Fisik Air Laut

Oseanografi juga mempelajari sifat air laut yang akan menjadi gambaran dari karakteristik lautan. Sub bab ini akan menjelaskan sifat fisik air laut yaitu suhu, warna, salinitas, tekanan dan densitas.

4.2.1 Suhu

Suhu yaitu suatu ukuran yang menunjukkan derajat panas benda (Armis *et al*, 2017). Suhu di laut memiliki faktor yang penting untuk organisme di lautan, disebabkan suhu mempunyai peran penting untuk aktivitas metabolisme dan perkembangbiakan. Misalnya penyebaran karang dibatasi dengan

perairan yang hangat (Hutabarat *et al.*, 2012). Letak geografis, posisi matahari, radiasi matahari, musim, kondisi awan, hembusan angin dan penguapan adalah beberapa faktor yang berpengaruh terhadap suhu. Suhu menandai adanya kandungan energy panas. Suhu air laut ditentukan dengan pemanasan pada daerah tropis dan pendinginan di daerah lintang tinggi. Rata rata suhu di laut yakni -20°C sampai dengan 30°C . Sebaran suhu di perairan Indonesia sebagai berikut (Gambar 4.1).



Gambar 4.1. Distribusi suhu permukaan (atas) dan salinitas (bawah)
(G. L. Pickard, 1963 dalam Bhatt, 1978)

Panas matahari mempunyai pengaruh pada suhu air laut. Pemanasan pada tiap daerah berbeda hal ini tergantung pada lintang. Wilayah Indonesia yang dikenal sebagai wilayah tropis lebih panas dibandingkan wilayah lintang tinggi dan kutub. Bentuk bumi yang bulat menyebabkan setiap daerah menerima panas yang berbeda. Suhu menjadi salah satu parameter fisik perairan laut yang berpengaruh. Suhu perairan tergantung pada lokasi geografi, kedalaman, turbulensi dan sirkulasi udara (Bhatt, 1978 Bhatt J J. (1978). Untuk mengukur suhu biasanya digunakan thermometer.

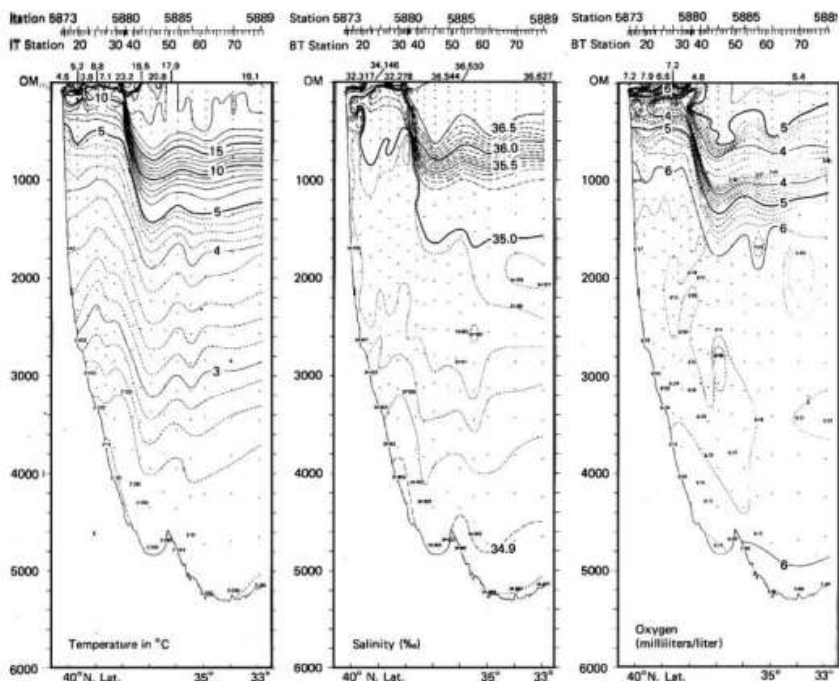
4.2.2 Warna

Biasanya warna air laut di adalah biru. tetapi beberapa area berwarna hijau. Hal ini dikarenakan molekul air yang menyerap dan memantulkan sinar matahari, zat terlarut dalam air laut, jenis sedimen dan organisme dominan yang hidup di dasar laut. Warna air laut terbagi menjadi :

1. Warna biru disebabkan gelombang pendek sinar matahari.
2. Warna kuning disebabkan lumpur kuning. Endapan ini terjadi oleh metabolisme berbagai bahan tanah sehingga mengakibatkan terbentuknya tanah yang warnanya coklat kekuningan.
3. Warna hijau dikarenakan banyaknya fitoplankton yang mengeluarkan kandungan klorofilnya.
4. Warna putih disebabkan permukaannya ditutupi es.
5. Warna hitam disebabkan adanya lumpur hitam (gurun hitam).
6. Warna merah disebabkan adanya hewan kecil berwarna merah seperti alga merah.
7. Warna ungu disebabkan oleh sinar fosfor yang dikeluarkan oleh organisme.

4.2.3 Salinitas

Komposisi air laut merupakan hal yang penting bagi oseanografi. Salinitas lautan berkisar 35 gkg (Suwito dan Nelya). Pengertian salinitas yaitu kadar garam dalam perairan terlarut dalam 1 kilo gram air laut. Salinitas memiliki faktor yang penting dalam persebaran organisme di laut. (Simon Paty). Garam yang terdapat di laut berasal dari dasar laut yang disebabkan oleh bocornya kerak bumi dalam bentuk gas dasar laut. Variasi salinitas air laut disebabkan oleh penguapan dan hujan, serta pendinginan dan pencairan es. Contohnya laut merah yang salinitasnya 40% karena memiliki daerah yang evaporasinya tinggi, sedangkan daerah yang dekat dengan muara sungai salinitasnya berkisar 20%. Suhu dan oksigen terlarut memiliki hubungan dengan perubahan salinitas. Kedalaman mempengaruhi salinitas di perairan. suhu dan oksigen terlarut mempengaruhi perubahan salinitas. (Gambar 4.2)



Gambar 4.2. Distribusi Salinitas, Suhu dan Oksigen Terlarut Berdasarkan Kedalaman (Bhatt, 1978)

4.2.4 Densitas

Tinggi rendahnya densitas tergantung pada suhu air, kandungan garam dan tekanan air. kepadatan yang tinggi disebabkan tingginya salinitas dan suhu yang rendah dan semakin dalam air laut, maka air tersebut akan semakin padat karena lapisan air di atasnya memberikan tekanan yang lebih besar padanya. Di sisi lain, kepadatan air menurun seiring dengan meningkatnya suhu dan penurunan salinitas. Jadi pada perairan yang banyak hujan, sungai yang banyak mengalir, dan banyak es yang mencair akan mengurangi kepadatan dan salinitas.

Menurunkan suhu atau meningkatkan penguapan juga meningkatkan kepadatan air.

Pada permukaan air laut di kutub mempunyai kepadatan yang tinggi sehingga menyebabkannya jatuh, mencapai dasar, kemudian mengalir ke arah ekuator, muncul kembali sebagai arus vertikal di ekuator. Sebaliknya, air permukaan yang hangat dari daerah khatulistiwa mengalir ke daerah kutub, meskipun kenyataannya sangat dipengaruhi oleh angin dan kenaikan dasar laut. Massa air laut dapat bervariasi karena perbedaan suhu, salinitas dan daerah asal. Massa air yang berbeda tampaknya dipisahkan satu sama lain oleh lapisan pemisah yang disebut lapisan diskontinuitas, dimana suhu dan salinitas berubah secara tiba-tiba.

4.3 Sifat Kimia Air Laut

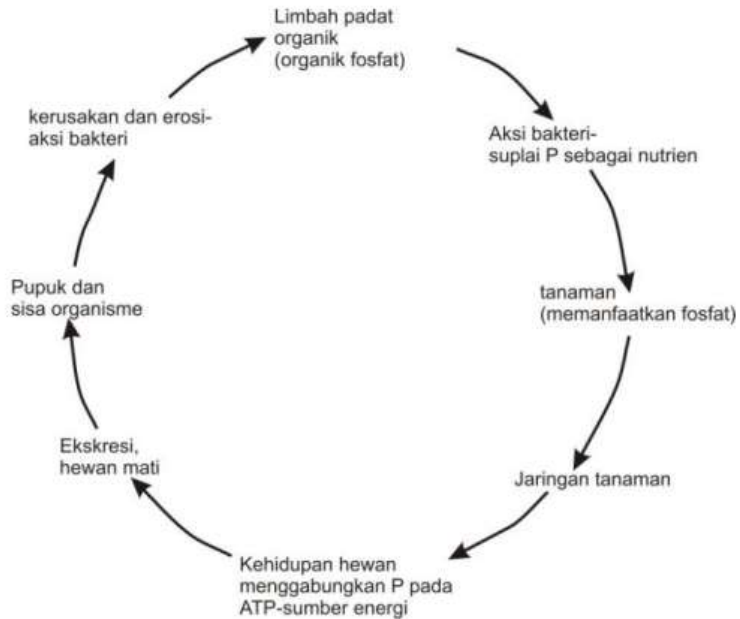
4.3.1 Nutrien

Nutrien adalah senyawa kimia yang digunakan dalam metabolisme atau fisiologi organisme. Bahan organik yang diproduksi berasal dari komponen nutrient (Garrison, 2006). Nutrisi dibutuhkan oleh organisme untuk tumbuh, diantaranya menghasilkan kimia dan diubah menjadi energy dan fungsi lainnya. Nutrien dan fosfor dibutuhkan untuk menyuburkan tanaman. Tumbuhan laut tidak mempunyai peran dalam siklus nutrien (Garrison, 2006). Unsur kimia karbon, fosfor, nitrogen dan belerang mengalir dari lingkungan organisme ke biosfer.

4.3.2 Fosfor

Fosfor merupakan elemen penting yang diperlukan untuk pertumbuhan dan reproduksi organisme. Fosfor dipecah oleh bakteri menjadi fosfat, kemudian menjadi makanan. Fosfor tidak terdapat dalam air sebagai unsur, melainkan berupa senyawa anorganik terlarut dan partikel berupa senyawa organik. Dalam kondisi aerobik, kompleks ion besi dan kalsium terbentuk dari

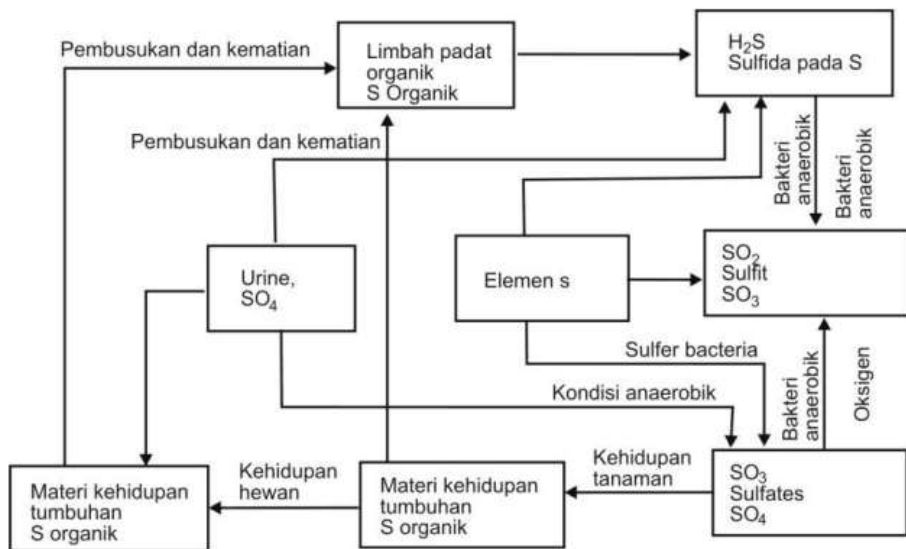
senyawa fosfor yang tidak larut yang mengendap di sedimen, sehingga alga tidak dapat memanfaatkannya.



Gambar 4.3. Siklus Fosfor
(Bhatt, 1978)

4.3.3 Sulfur

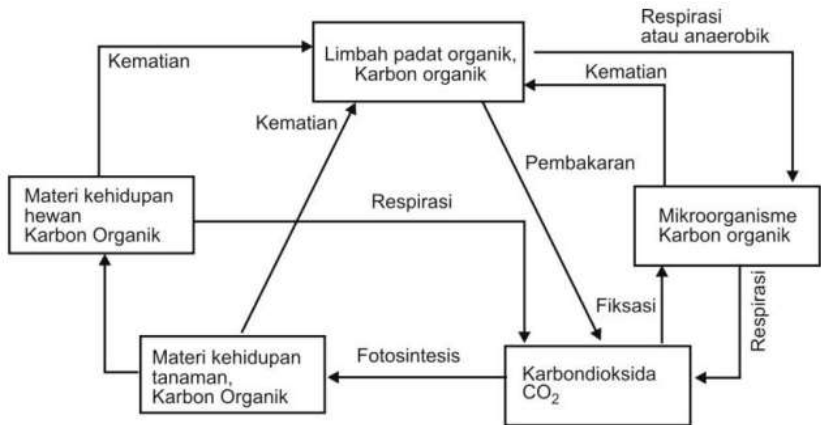
Sulfur di dalam perairan yaitu sulfat. Asam amino memanfaatkan sulfur nantinya akan dikonversi menjadi protein, hewan dan tanaman akan mengkonsumsi protein yang nantinya akan keluar dalam bentuk ekskresi. Hidrogen sulfida terbentuk dari limbah organik yang di dekomposisi oleh bakteri. Sulfat pada dalam air bisa dimanfaatkan oleh tanaman.



Gambar 4.4. Siklus Sulfur
(Bhatt, 1978)

4.3.4 Karbon

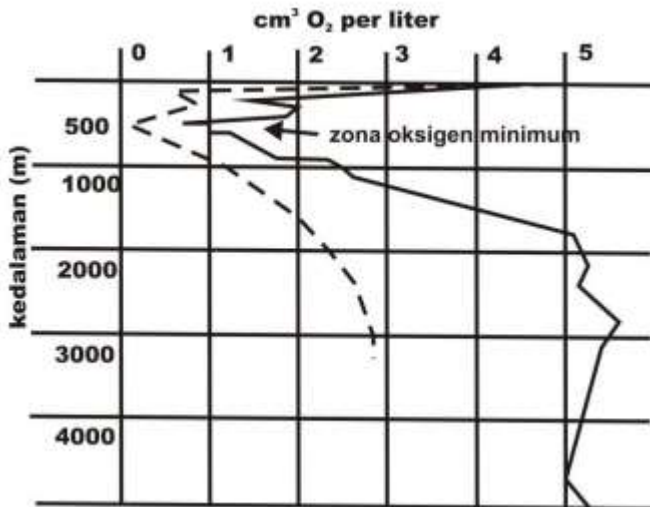
Perpindahan karbon dari atmosfer yang disebabkan oleh fotosintesis adalah awal dari siklus karbon. Selama fotosintesis, karbon dioksida menyerap dan melepaskan oksigen. Karbon diperoleh dari atmosfer melalui reduksi bahan organik hewani. Bahan organik tumbuhan dan hewan yang mati diuraikan oleh bakteri dan jamur. Produksi bahan organik sama baiknya dengan produksi dari kotoran hewan. Karbon dioksida didaur ulang kemudian kembali ke atmosfer. Karbon dioksida diserap oleh atmosfer dan kemudian larut di atmosfer membentuk karbonat dan bikarbonat di air, terutama di laut.



Gambar 4.5. Siklus Karbon
(Bhatt, 1978)

4.3.5 Oksigen Terlarut

Salah satu gas terlarut dalam air yaitu oksigen. Suhu, tekanan atmosfer dan salinitas memiliki pengaruh terhadap kadar oksigen terlarut yang ada diperairan. Aktivitas fotosintesis dari tumbuhan air dan difusi oksigen yang ada pada atmosfer akan menjaid sumber bagi oksigen terlarut. Kedalaman 500-1000 m merupakan kadar terendah bagi cahaya matahari. Oksigen diperairan laut berasal dari 30% gas terlarut, namun oksigen di atmosfer lebih besar 100 kali dibandingkan yang terlatut di laut (Garrison, 2006) (Gambar 4.6).



Gambar 4.6. Pengaruh Kedalaman Terhadap Kadar Oksigen Terlarut
(Garrison, 2006)

Aktivitas fotosintesis tanaman laut membuat oksigen dipermukaan laut paling banyak dari pada oksigen yang ada di laut dalam. Oksigen di laut dalam lebih sedikit karena berkurangnya lapisan cahaya yang masuk ke dalam laut.

4.3.6 pH

pH yaitu konsentrasi (H^+) dalam air, besarnya dinyatakan dalam minus logaritma dari konsentrasi ion H. Derajat keasaman digambarkan dari adanya ion hydrogen. pH berkisar antara 0-14, lingkungan yang asam menunjukkan pH nya lebih kecil dari 7, lingkungan yang basa pH nya lebih besar dari 7, namun lingkungan yang netral pH nya 7. Sebagian besar hewan air sensitif terhadap perubahan pH. PH yang menguntungkan bagi organisme akuatik adalah antara 7 dan 8,5. PH mempengaruhi proses biokimia air. Kebanyakan bakteri dapat tumbuh dengan baik pada pH netral,

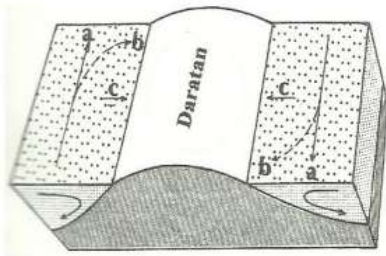
namun jamur lebih menyukai pH rendah. Oleh karena itu, proses penguraian bahan organik dapat terjadi dengan cepat pada kondisi pH netral dan basa (Effendi, 2003).

Di perairan laut dan pesisir, pH stabil berada pada kisaran 7,7-8,4. Pengaruh pH didasarkan pada volume buffer yaitu adanya garam karbonat dan garam bikarbonat di dalamnya (Nybakken, 1992). Perairan basa (7-9) merupakan perairan produktif yang mengalami proses pengubahan bahan organik di dalam air menjadi mineral yang dapat diserap oleh fitoplankton. PH air yang lebih rendah dari optimal mempengaruhi pertumbuhan dan reproduksi ikan. PH air bervariasi dengan konsentrasi CO₂ terlarut dan memiliki hubungan terbalik. Semakin tinggi konsentrasi karbon dioksida dalam air, semakin rendah pH dan sebaliknya.

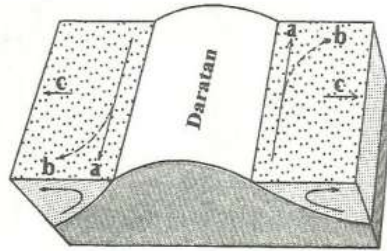
4.4 Biologi Laut

4.4.1 Arus

Angin memiliki pengaruh terhadap arus air laut. Arus disebabkan oleh angin yang mendorong permukaan laut. Permukaan air yang didorong oleh angin maka perpindahan air tidak satu arah dengan arah angina, namun terbentuklah sudut 45° dikarenakan gaya *coriolis*. (Castro dan Huber, 2000). Gaya *Coriolis* menyebabkan Arus Utara berbelok ke kanan arus permukaan, hal ini terjadi di belahan bumi utara, sebaliknya terjadi di belahan bumi selatan. Divergensi terjadi ketika massa air di lapisan bawah laut naik ke lapisan permukaan dan terjadi pula keadaan sebaliknya, yaitu tenggelamnya massa air dari lapisan atas ke lapisan bawah.



Tenggelaman massa air



Permukaan massa air

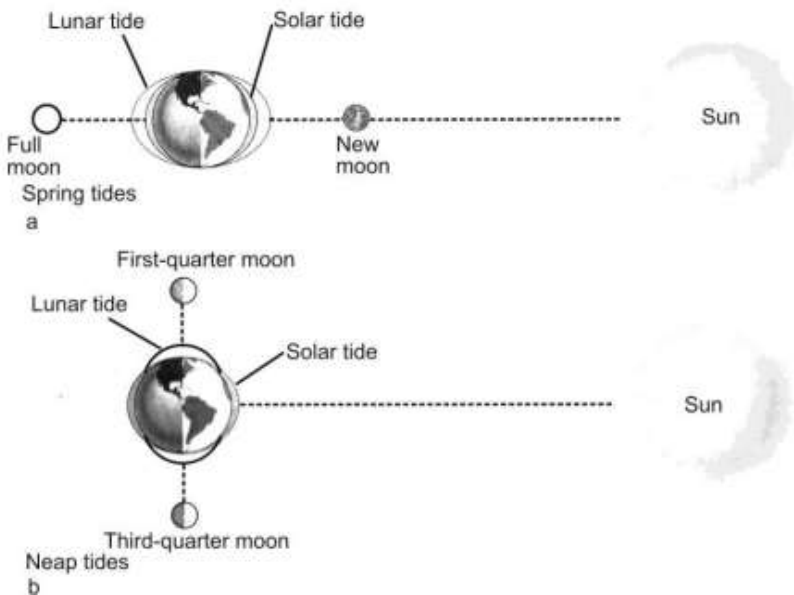
Gambar 4.7. Fenomena Massa Air Permukaan dan Tenggelaman Massa Air
(Romimohtarto dan Juwana, 1999)

Sifat air sebagai transportasi panas sangat baik disebabkan oleh air mempunyai kapasitas panas yang tinggi. Di daerah kutub arus di lautan mempunyai suhu yang hangat, sedangkan di daerah tropis suhunya dingin dan mempunyai pengaruh terhadap iklim bumi (Castro dan Huber, 2000). Gaya gravitasi juga mempunyai pengaruh terhadap arus permukaan. Geostropik yaitu arus yang diakibatkan gaya gravitasi dan gaya *corolis*.

Arus sejajar ekuator, arus kutub dan arus subtropics adalah tiga kategori yang dimiliki oleh sistem arus laut. Arus yang mengelilingi daerah kutub selatan disebut arus kutub. Arus khatulistiwa bergerak dari barat ke timur, namun dibatasi oleh arus paralel yang bergerak dari timur ke barat di utara atau selatan negara tersebut. *Gyre* yaitu adanya arus yang berputar di daerah tropis. Angin muson memberi pengaruh terhadap sirkulasi arus permukaan di Indonesia, ini disebabkan tekanan udara yang berbeda antara daratan Australia dan daratan Asia. Angin muson bergerak ke arah tertentu, perairan Indonesia terbagi menjadi musim timur, musim barat, musim peralihan pertama, dan musim peralihan kedua (Wyrтки, 1961).

4.4.2 Pasang Surut

Kehidupan biota laut dipengaruhi oleh salah satunya adalah pasang surut. Pasang surut sering juga disebut dengan pasut. Pasut adalah naik turunnya permukaan air laut yang terkadang disebabkan oleh gaya tarik menarik bulan dan matahari. Ketinggian permukaan air laut naik hingga mencapai ketinggian puncak yang disebut high water. kemudian turun ke ketinggian minimum yang disebut air rendah. Ketinggian air pasang maksimum diketahui dari saat air pasang, sedangkan ketinggian minimum diketahui dari saat air surut (Hutabarat dan Evans, 1986). Umumnya pasang surut tertinggi terjadi pada saat bulan purnama atau bulan baru, selain itu air surut paling rendah terjadi pada satu seperempat bulan .



Gambar 4.8. Posisi Bulan Matahari Bumi
(Garrison, 2006)

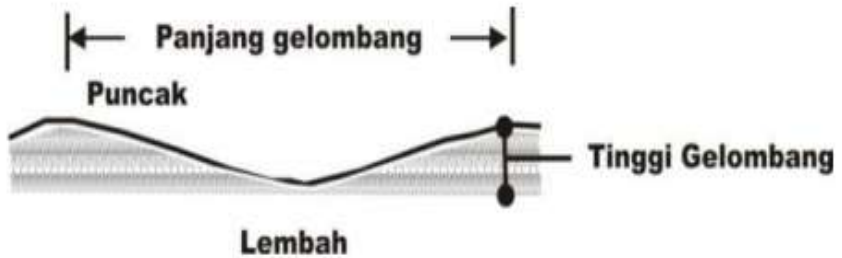
Faktor faktor yang mempengaruhi pasang surut yaitu :

1. Gerakan air
2. Kecenderungan perubahan bulan dan matahari membuat tinggi air pada saat pasang siang dan malam hari berbeda. Tren perubahan ini menimbulkan perbedaan interval waktu antara air pasang dan air surut berikutnya, atau air surut dan air surut berikutnya.
3. Berubahnya jarak bumi dan bulan pada saat bulan mengelilingi bulan mengakibatkan gaya trafiknya juga berubah.
4. Perubahan jarak diantara matahari dan bumi pada saat matahari dikelilingi bumi mengakibatkan perubahan gaya traktif matahari.
5. Pasang surut memiliki efek terhadap letak dan susunan antara daratan dan lautan
6. Angin kencang dapat mempengaruhi pasang surut air laut. Angin kencang dapat mengakumulasi massa air di pantai dan menaikkan permukaan air pada saat air pasang atau menurunkan permukaan air pada saat air surut.
7. Amplitudo pasut berbeda beda tergantung daerahnya di permukaan bumi,
8. Arus pasang surut yang masuk ke selat sempit menjadi penyebabnya penumpukan massa air sehingga permukaan air laut naik pada saat air pasang lebih tinggi dari biasanya.

4.4.3 Gelombang

Gelombang disebabkan oleh angin yang berhembus di atas permukaan laut dan tekanan tangensial yang diberikan pada partikel air. Pada mulanya angin yang bertiup di permukaan laut menimbulkan gelombang. Saat angin berhenti bertiup, ombak di permukaan laut pun hilang. Ketika angin bertiup dalam waktu yang lama, riak ombaknya semakin besar meski angin kemudian berhenti bertiup. Ombak akan rata lagi menjadi gelombang

sederhana ketika melewati daerah dimana angin bertiup. Gelombang mempunyai puncak dan lembah (Romimohtarto et al, 2007)



Gambar 4.9. Komponen Dasar Gelombang
(Romimohtarto dan Juwana, 1999)

Puncak gelombang yaitu titik tertinggi suatu gelombang. Lembah yaitu titik terendah gelombang. Gelombang biasanya membutuhkan waktu puncak/lembah untuk kembali pada masing-masing titik awalnya. Namun, ada juga yang landai Gelombang adalah perbandingan panjang gelombang dengan tinggi Gelombang. Berikut ini adalah beberapa sifat gelombang, yaitu :

1. Kecepatan angin
Umumnya, semakin tinggi kecepatan angin, semakin tinggi pula gelombang tercipta dan gelombang ini memiliki kecepatan tinggi pada panjang gelombang tinggi.
2. Waktu angin bertiup
Tinggi, kecepatan dan panjang gelombang bertambah seiring dengan mulainya gelombang angin bertiup.
3. Jarak tanpa rintangan dimana angin sedang bertiup (*fetch*)
Pentingnya pencarian ditentukan dengan membandingkan gelombang di perairan yang relatif kecil, seperti danau di daratan, dengan gelombang di lautan terbuka. Di danau pengamatan pembentukan gelombang lebih kecil, hanya beberapa panjang gelombang yang panjangnya hanya

beberapa sentimeter, sedangkan di laut lepas gelombangnya lebih besar, panjang gelombangnya bisa mencapai beberapa ratus meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Armis A, Muksan PH, Ahmad S. 2017. Jurnal Analisis Salinitas Air Pada Down Stream dan Middle Stream Sungai Pampang. Makasar. Universitas Hasanudin.
- Bhatt J J. 1978. Oceanography Exploring the Planet Ocean. New York: D.Van Nostrand Company.
- Castro P. and Huber M. E. 2000. Marine Biology, 3rd edition. USA: Mc Graw Hill Companies.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air. Yogyakarta: Kanisius.
- Garrison T. 2006. Essentials of Oceanography, Fourth Edition. USA: Thomson Brooks/Cole
- Hutabarat, Sahala. 2012. Pengantar Oceanografi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Hutabarat S dan Evans S. M. 1986. Pengantar Oseanografi. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Paty S. 2013. Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen terlarut di Perairan Kema Sulawesi Utara. Jurnal Ilmiah Platax. 1 : (3) 148-157.
- Suhartil. 1996. Pengantar Oseanografi. Padang. Institut Ilmu Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
- Supangat, A dan Susanna. 2008. Oseanografi. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non-hayati. Badan Riset kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Suwito dan Nelya ES. 2017. Geografi Kelautan. Malang. Ediiide Indografika.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis. H. M. Eidman, D. G. Bengen, Malikusworo H., dan Sukristijono S., Penerjemah. Terjemahan dari: Marine Biology: An Ecological Approach. Jakarta: Gramedia.

- Romimohtarto K dan Juwana S. 1999. Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi-LIPI.
- Wyrkti, K. 1961. Physical Oceanography of South East Asian Water. Naga Report. Vol 2. Scripps Institution of Oceanography. La Jolla, California: The University of California

BAB 5

KUALITAS AIR DAN PERIKANAN

Oleh Annisa Novita Sari

5.1 Pendahuluan

Air merupakan komponen yang penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini, salah satunya adalah komoditas perikanan. Kehidupan ikan yang ada di suatu ekosistem sangat tergantung pada kondisi air itu sendiri. Berbagai tekanan yang ditimbulkan dari aktivitas manusia memberikan dampak yang cukup besar terhadap sumberdaya air. Keberadaan air di muka bumi yang tetap mengikuti siklus air, menjadi terancam karena penurunan kualitas airnya. Aktivitas manusia dapat menjadi penyebab dari penurunan kualitas air karena adanya buangan limbah hasil dari segala aktivitas manusia yang masuk ke dalam perairan.

Selain manusia, makhluk hidup yang secara langsung terdampak dari adanya penurunan kualitas air adalah organisme perairan, salah satunya adalah ikan. Penurunan kualitas air dapat berdampak pada kelangsungan hidup ikan itu sendiri. Ikan tidak dapat melakukan pertumbuhan dengan baik, bahkan kesulitan untuk melakukan reproduksi.

Dalam bidang perikanan, penting untuk memilih sumberdaya air yang sesuai dengan kebutuhan ikan, khususnya ikan-ikan yang akan dibudidayakan. Oleh karena itu, perlu diketahui paramater-parameter air yang menjadi acuan dalam menentukan kualitas daripada sumberdaya air, yang mendukung kehidupan komoditas perikanan. Pemantauan kualitas air tidak hanya dilakukan pada kegiatan perikanan budidaya saja, tetapi juga di perairan umum yang merupakan habitat dari biota air.

Pemantauan kualitas air secara berkala perlu dilakukan untuk menjaga kualitas air sehingga sesuai dengan kebutuhan ikan. Pemantauan kualitas air juga diperlukan sebagai dasar dalam merumuskan bentuk pengelolaan kualitas air.

5.2 Perikanan

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan, disebutkan bahwa perikanan adalah semua kegiatan yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan dan lingkungannya mulai dari praproduksi, produksi, pengolahan sampai dengan pemasaran yang dilaksanakan dalam suatu sistem bisnis perikanan. Sumber daya ikan sendiri adalah potensi semua jenis ikan, yang merupakan segala jenis organisme yang seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya berada di dalam lingkungan perairan.

1. Perikanan Tangkap

Perikanan tangkap lebih menekankan pada upaya eksploitasi sumber daya perikanan yang ada di perairan umum, baik perairan darat, payau maupun laut. Salah satu tujuan dari aktivitas penangkapan ikan adalah untuk memenuhi kebutuhan manusia, terutama kebutuhan nutrisi. Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang perikanan menyebutkan bahwa penangkapan ikan adalah kegiatan untuk memperoleh ikan di perairan yang tidak dalam keadaan dibudidayakan dengan alat atau cara apa pun, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan/atau mengawetkannya.

Kelimpahan jenis dan kelimpahan jumlah komoditas perikanan yang dapat ditangkap oleh manusia ditentukan dari kondisi lingkungan perairan itu sendiri. Kualitas air menentukan keberadaan biota yang dapat dimanfaatkan di suatu perairan.

2. Perikanan Budidaya

Menurut Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan, pembudidayaan ikan adalah kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan/atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan/atau mengawetkannya. Kegiatan budidaya perikanan merupakan kegiatan yang terkontrol yang diperuntukkan memperoleh hasil produksi yang sebaik-baiknya.

Dalam melakukan kegiatan budidaya perikanan, juga dibutuhkan sumber air yang memiliki kualitas air yang sesuai dengan kebutuhan ikan yang dibudidayakan. Kualitas air menjadi faktor pembatas untuk kehidupan ikan, terutama dalam mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya.

5.3 Kualitas Air untuk Perikanan

Ikan menjadi salah satu makhluk hidup yang sangat bergantung pada air, karena air menjadi media hidup bagi ikan, baik sebagai media internal maupun media eksternal. Sebagai media internal, air dibutuhkan oleh ikan sebagai bahan baku reaksi di dalam tubuh, pengangkut bahan makanan ke seluruh tubuh, pengangkut sisa metabolisme untuk dikeluarkan dari dalam tubuh, serta sebagai pengatur atau penyangga suhu tubuh. Sedangkan sebagai media eksternal, air merupakan habitat bagi ikan itu sendiri (Kordi K & Tancung, 2010).

Ikan tidak dapat hidup tanpa air, sehingga keberadaan air, baik secara kuantitas maupun kualitas, perlu dijaga dengan baik. Salah satu upaya untuk menjaga kondisi kualitas air untuk perikanan adalah dengan melakukan pemantauan terhadap parameter-parameter kualitas air. Parameter-parameter tersebut meliputi parameter fisika, kimia dan biologi. Parameter-parameter

kualitas air ini saling berhubungan satu sama lain di dalam suatu perairan sehingga dapat menunjukkan kualitas dari air itu sendiri.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, terdapat 4 (empat) klasifikasi mutu air, yang terdiri dari:

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian.

Kegiatan perikanan membutuhkan air yang masuk dalam kelas dua atau kelas tiga. Oleh karena itu, dalam pengelolaan kualitas air untuk kegiatan perikanan disesuaikan dengan baku mutu air kelas dua atau kelas tiga. Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup disebutkan bahwa baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air.

5.2.1 Parameter Fisika

Parameter fisika yang diukur dalam menentukan kualitas air antara lain : suhu, kecerahan, warna, padatan total, padatan terlarut, padatan tersuspensi, dan salinitas.

1. Suhu

Suhu merupakan parameter penting dari suatu perairan. Suhu mempengaruhi metabolisme organisme perairan,

yang pada akhirnya akan berdampak pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme akuatik.

Ikan yang dipelihara pada suhu yang berbeda selama 5 minggu, menunjukkan hasil pertumbuhan panjang dan berat yang berbeda pula. Pada media pemeliharaan dengan suhu 28°C, 30°C dan 32°C diketahui bahwa suhu 28°C memiliki laju pertumbuhan panjang sebesar 2,9 cm dan bobot sebesar 8 gr, di mana hasil ini menunjukkan hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pemeliharaan pada suhu 30°C dan 32°C (Sari, Amelia, & Setiabudi, 2022).

Suhu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh pada proses fisika, kimia dan biologi badan air. Peningkatan suhu berpengaruh pada penurunan kelarutan gas, seperti gas oksigen (O₂). Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan suhu sebesar 10°C dapat menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme perairan sebesar 2–3 kali lipat, sehingga keberadaan oksigen terlarut di perairan menjadi berkurang (Effendi, 2003).

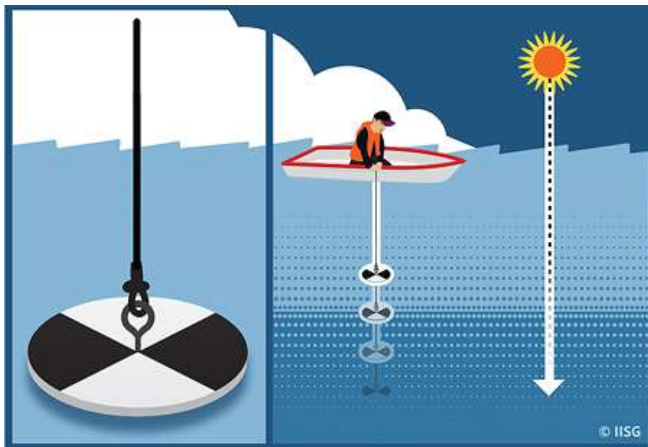
Suhu yang optimal untuk kegiatan budidaya perairan berkisar 22 - 27°C. Sedangkan suhu yang paling baik untuk pertumbuhan dan ketahanan tubuh organisme berkisar 26 - 27°C (Mustofa, Pengelolaan Kualitas Air untuk Akuakultur, 2020). Ikan juga masih dapat melangsungkan kehidupannya dan melakukan pertumbuhan pada kisaran suhu 27°C - 32°C, akan tetapi sudah mulai kritis pada kisaran suhu 35 - 40°C (Mujtahidah, et al., 2019).

2. Kecerahan

Kecerahan adalah ukuran transparansi air yang dipengaruhi oleh warna air dan kekeruhan air. Kecerahan

diukur menggunakan *Secchi disk*, yang dikembangkan oleh Profesor Secchi pada abad 19. Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter, yang mana nilainya dipengaruhi oleh cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, padatan tersuspensi, dan ketelitian orang yang melakukan pengukuran (Effendi, 2003).

Pengetahuan mengenai kecerahan air dapat dipergunakan untuk mengetahui kemungkinan terjadinya asimilasi di dalam air serta lapisan-lapisan yang memiliki kekeruhan. Air yang terlampau keruh dan tidak terlampau jernih menjadi air yang baik untuk kehidupan ikan dan udang yang dibudidayakan. Kekeruhan yang baik adalah kekeruhan yang disebabkan oleh adanya plankton di dalam perairan tersebut. Keberadaan plankton, khususnya fitoplankton, di dalam perairan dapat memberikan keuntungan bagi ikan yang ada di dalam perairan karena kemampuan fitoplankton dalam melakukan fotosintesis sehingga dapat menghasilkan oksigen di dalam perairan (Kordi K & Tancung, 2010).



Gambar 5.5. *Secchi disk* dan cara pengukurannya

Sumber: (Limnoloon.org, 2023)

3. Padatan tersuspensi (TSS) dan padatan terlarut (TDS)

Padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid* atau TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter $> 1 \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori $0,45 \mu\text{m}$. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Sedangkan padatan terlarut total (*Total Dissolved Solid* atau TDS) adalah bahan-bahan terlarut (diameter $< 10^{-6} \text{ mm}$) dan koloid (diameter $10^{-6} \text{ mm} - 10^{-3} \text{ mm}$) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring dengan kertas saring berdiameter $0,45 \mu\text{m}$ (Effendi, 2003).

Tabel 5.7. Klasifikasi Padatan di Perairan Berdasarkan Ukuran Diameter

Klasifikasi padatan	Ukuran Diameter (μm)	Ukuran Diameter (mm)
1. Padatan terlarut	$< 10^{-3}$	$< 10^{-6}$
2. Koloid	$10^{-3} - 1$	$10^{-6} - 10^{-3}$
3. Padatan tersuspensi	> 1	$> 10^{-3}$

Sumber : Effendi (2003)

Adanya padatan di dalam perairan dapat berdampak pada warna air dan juga jumlah penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan. Semakin besar nilai TSS dan TDS, maka semakin banyak padatan yang terdapat di dalam perairan, yang dapat menghambat masuknya cahaya matahari ke dalam perairan. Cahaya matahari sendiri dibutuhkan perairan dalam pemenuhan suhu perairan untuk mendukung

kehidupan biota perairan. Cahaya matahari juga dibutuhkan dalam proses fotosintesis oleh fitoplankton untuk menghasilkan oksigen di dalam perairan. Kekurangan oksigen di dalam perairan dapat mengancam kehidupan biota air yang tinggal di dalamnya.

Nilai TSS pada Waduk Selorejo menunjukkan bahwa perbedaan nilai TSS dapat membuat perbedaan warna air. Nilai TDS yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai TSS tidak dapat merubah warna air waduk. Hal ini dikarenakan jumlah padatan yang terlalu sedikit untuk dapat memantulkan cahaya (Rahadi, Wirosoedarmo, Haji, & Ariyanto, 2020). Berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, nilai TDS dan TSS air untuk pembudidayaan ikan air tawar (Kelas II) adalah 1000 mg/l dan 50 mg/l.

4. Salinitas

Salinitas menunjukkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan oleh klorida, dan semua bahan organik telah dioksidasi. Salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg atau promil (‰) (Effendi, 2003). Perairan dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis berdasarkan kadar salinitasnya yaitu air tawar, air payau, dan air laut (Tabel 5.2).

Salinitas suatu perairan berpengaruh terhadap proses osmoregulasi ikan yang tinggal di perairan tersebut. Jenis-jenis ikan yang ada di suatu perairan juga disesuaikan dengan jenis perairannya. Osmoregulasi dilakukan oleh ikan untuk menjaga cairan di dalam tubuhnya tetap dalam keadaan homeostatik osmotik. Perubahan tekanan osmotik yang terjadi di dalam tubuh ikan, akan berdampak pada perubahan arah aliran air/zat terlarut, yang dapat berdampak pada fungsi dan struktur sel di dalam tubuh ikan itu sendiri. Fungsi dan

struktur sel ikan perlu dijaga dengan baik agar ikan dapat melangsungkan kehidupannya dengan baik, serta dapat melakukan pertumbuhan dengan baik juga.

Tabel 5.8. Klasifikasi Air Berdasarkan Salinitas

Jenis Perairan	Salinitas (ppt)
Air tawar	
<i>Fresh water</i>	< 0,5
<i>Oligohaline</i>	0,5 – 3,0
Air Payau	
<i>Mesohaline</i>	3,0 – 16,0
<i>Polyhaline</i>	16,0 – 30,0
Air Asin	
<i>Marine</i>	30,0 – 40,0

Sumber: Mc. Lusky, 1971; Kordi, 1996; Kordi K & Tancung, 2010

Perbedaan salinitas dapat berpengaruh pada kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan. Penelitian yang dilakukan pada ikan nila yang dipelihara dengan salinitas yang berbeda-beda menunjukkan hasil yang berbeda. Diketahui bahwa pada salinitas 17 ppt, laju pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila lebih tinggi dibandingkan dengan salinitas yang lain. Sedangkan hasil yang paling rendah ditunjukkan pada salinitas 30 ppt (Tabel 5.3).

Tabel 5.9. Laju Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah pada Salinitas Berbeda

Salinitas (ppt)	Laju Pertumbuhan Harian (%)	Kelulushidupan (%)
11	$6,59 \pm 0,26$	$97,50 \pm 2,89$
14	$6,71 \pm 0,34$	$98,75 \pm 2,50$
17	$7,01 \pm 0,21$	$98,75 \pm 2,50$
20	$6,82 \pm 0,23$	$93,75 \pm 2,50$
23	$6,63 \pm 0,26$	$87,50 \pm 2,89$

Sumber: (Dahril, Tang, & Putra, 2017)

5.2.2 Parameter Kimia

Selain parameter fisika, kondisi kualitas air dapat ditentukan dari parameter kimia air. Parameter kimia air terdiri dari derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), karbon dioksida (CO_2), bahan organik, nitrat, fosfat, amoniak, dan bahan pencemar.

1. Derajat keasaman (pH)

pH (*puissance negatif de H*) adalah logaritma dari kepekatan ion-ion hidrogen (H) yang terlepas dalam suatu cairan. Kisaran nilai pH adalah 1 – 14, yang terbagi menjadi 3 (tiga) yaitu pH < 7 bersifat asam, pH = 7 bersifat normal, dan pH > 7 bersifat basa. Nilai pH pada perairan umumnya berkisar antara 4 – 9 (Kordi K & Tancung, 2010), yang mana jika nilai pH di luar dari rentang tersebut akan berbahaya bagi biota perairan (Tabel 5.4).

Tabel 5.10. Hubungan pH dan kehidupan ikan budidaya

pH air	Pengaruh terhadap ikan budidaya
< 4,5	Air bersifat racun bagi ikan
5 – 6,5	Pertumbuhan ikan terhambat dan ikan sangat sensitif terhadap bakteri dan parasit
6,5 – 9,0	Ikan mengalami pertumbuhan optimal
> 9,0	Pertumbuhan ikan terhambat

Sumber : Kordi K & Tancung, 2010

Nilai pH perairan juga dapat berdampak pada timbulnya penyakit pada ikan. Pada penelitian budidaya ikan bawal dengan nilai pH rata-rata sebesar 6,81 menyebabkan tumbuhnya parasit jenis *Dactylogyrus* sp. dengan tingkat prevalensi sebesar 63,22% yang masuk dalam kategori sangat sering dengan intensitas sedang sebanyak 8,20 ind/ekor (Silviawati, 2023).

Nilai pH berpengaruh pada proses biokimiawi perairan, seperti proses nitrifikasi (Effendi, 2003). pH tertinggi pada air tambak udang vannamei terjadi pada saat sore hari berkisar 8,20 – 9,40, dan yang terendah pada pagi hari dengan kisaran 7,60 – 9,00. Konsentrasi pH di dalam air tambak berhubungan erat dengan faktor fisika, kimia dan biologi air. Berdasarkan analisis korelasi Pearson didapatkan bahwa pH air tambak udang vanamei dipengaruhi positif oleh total alkalinitas dan karbonat, serta terdapat korelasi negatif dengan ortofosfat, bikarbonat dan *total organik matter* (TOM) (Supriatna, Mahmudi, Musa, & Kusriani, 2020).

2. Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen merupakan gas yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup dalam proses respirasi. Keberadaan oksigen di dalam air menjadi faktor penting dalam kehidupan biota perairan. Keberadaan oksigen di dalam air dalam bentuk gas terlarut yang berikatan dengan molekul-molekul air sehingga bisa dimanfaatkan oleh biota perairan, khususnya dalam mendukung metabolisme di dalam tubuhnya.

Biota air membutuhkan oksigen untuk melakukan pembakaran makanan untuk menghasilkan energi dalam melakukan aktivitas seperti berenang, pertumbuhan, reproduksi, mencari makan, dan lain sebagainya (Kordi K &

Tancung, 2010). Keberadaan oksigen di dalam perairan dipengaruhi oleh suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer (Effendi, 2003).

Sumber utama oksigen terlarut dalam air berasal dari atmosfer dan proses fotosintesis tumbuhan hijau (Sahami, Hamzah, Panigoro, & Hasim, 2014). Keberadaan oksigen yang terlarut di dalam perairan berasal dari proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton dengan memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energinya. Selain itu, oksigen juga dapat masuk ke perairan secara langsung melalui proses difusi dari udara bebas ke dalam perairan.

Pada aktivitas perikanan budidaya, oksigen terlarut (DO) idealnya > 5 mg/l. Apabila DO mencapai angka < 1 mg/l dalam kurun waktu yang lama, dapat menyebabkan kematian pada ikan. Pada perairan dengan DO sebesar 1 – 3 mg/l, pertumbuhan ikan lambat (Mujtahidah, et al., 2019).

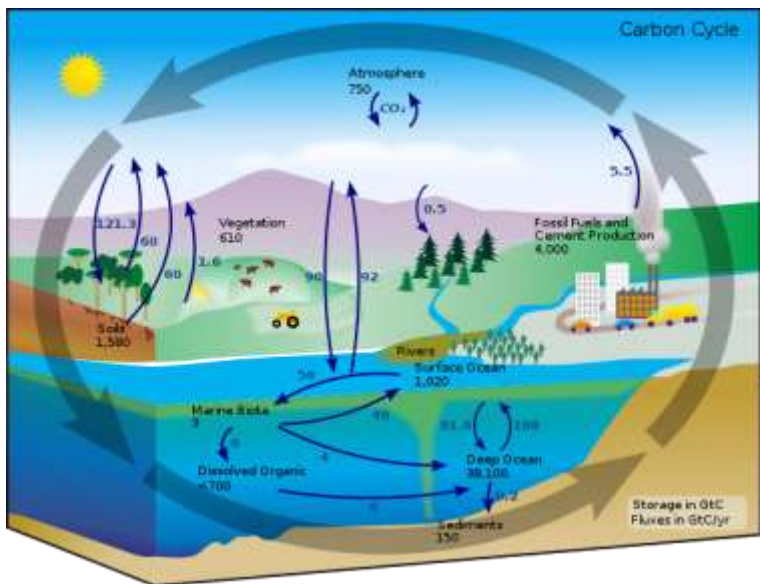
3. Karbon dioksida (CO_2)

Hasil dari proses respirasi yang dilakukan oleh biota perairan adalah gas karbon dioksida (CO_2). Karbon dioksida merupakan gas yang sangat dibutuhkan oleh fitoplankton dalam melakukan proses fotosintesis untuk menghasilkan oksigen (O_2).

Selain itu, karbon dioksida akan bergabung dengan air secara kimiawi dan membentuk asam karbonat yang mempengaruhi pH air. Air dengan pH yang rendah, gabungan karbon dioksida diubah menjadi bentuk bebas. Dalam kondisi pH normal, karbon dioksida akan berada dalam bentuk karbonat. Karbon dioksida dan pH saling bergantung sama lain dimana konsentrasi pH perairan bergantung pada keberadaan karbondioksida bebas dan

tingkatan bikarbonatnya (Sahami, Hamzah, Panigoro, & Hasim, 2014). CO_2 di dalam perairan juga dapat bersifat racun jika konsentrasinya begitu tinggi. Peningkatan kandungan CO_2 di dalam air/tambak dapat menyebabkan kematian ikan (Mujtahidah, et al., 2019).

Keberadaan karbon dioksida di dalam air mengikuti siklus karbon di alam (Gambar 5.2) yang disebabkan oleh masuknya air hujan, oksidasi bahan organik, difusi dari atmosfer dan respirasi hewan dan tumbuhan. Untuk perikanan, kadar CO_2 yang diperbolehkan di dalam air adalah $< 5 \text{ mg/l}$. Kandungan CO_2 yang lebih tinggi masih memungkinkan untuk kehidupan ikan, akan tetapi harus disertai suplai oksigen yang cukup sehingga kadar oksigen di dalam darah ikan masih mencukupi untuk menunjang kehidupan ikan (Mustofa, 2020).



Gambar 5.6. Siklus Karbon di Alam
(Wikipedia.org, 2022)

4. Bahan organik

Bahan organik di suatu perairan mengandung unsur karbon (C) yang berkolaborasi dengan satu atau lebih unsur-unsur kimia lain. Bahan organik berasal dari sumber-sumber berikut ini (Sawyer dan McCarty, 1978 dalam Effendi, 2003):

- a. Alam, misalnya fiber, minyak nabati dan hewani, lemak hewani, alkaloid, selulosa, kanji, gula, dan sebagainya.
- b. Sintesis, meliputi semua bahan organik yang diproses oleh manusia.
- c. Fermentasi, misalnya alkohol, aseton, gliserol, antibiotika, dan asam, yang semuanya diperoleh dari aktivitas mikroorganisme.

Pengukuran besaran bahan organik di dalam perairan dapat dilakukan melalui pengukuran kadar BOD, COD dan TOM. BOD atau *Biological Oxygen Demand* adalah besarnya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik yang ada di dalam perairan. COD atau *Chemical Oxygen Demand* merupakan keseluruhan oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi bahan organik secara kimiawi, baik bahan organik yang terlarut maupun bahan organik yang tersuspensi. Sedangkan TOM atau *Total Organic Matter* menggambarkan besarnya kalium permanganat dalam mendegradasi bahan organik tertentu di dalam perairan. Nilai BOD cenderung lebih rendah dibandingkan dengan nilai COD dan TOM karena dalam mendegradasi bahan organik hanya dilakukan oleh mikroorganisme saja, tanpa adanya bantuan bahan kimia yang mempercepat laju perombakan bahan organik.

Nilai BOD, COD dan TOM dapat mengindikasikan adanya pencemaran di dalam suatu perairan yang berasal dari pencemaran bahan organik. Keberadaan bahan organik di dalam suatu perairan dapat berasal dari masukan limbah yang

dihasilkan dari aktivitas manusia, sisa organisme yang mati, maupun dari sisa pakan ikan yang berasal dari aktivitas budidaya perikanan yang memanfaatkan perairan umum untuk kegiatan budidayanya. Semakin besar nilai BOD, COD dan TOM, maka semakin besar pula pencemaran bahan organik yang terjadi. Kriteria kualitas air berdasarkan nilai BOD₅ tercantum pada Tabel 5.5.

Tabel 5.11. Kriteria Kualitas Air berdasarkan Nilai BOD₅

No.	Kriteria Kualitas Air	Nilai BOD ₅ (mg/l)
1	Tidak tercemar	≤ 2,9
2	Tercemar ringan	3,0 – 5,0
3	Tercemar sedang	5,1 – 14,9
4	Tercemar berat	≥ 15,0

Sumber : Lee et al. (1978) dalam Mustofa (2020)

5. Nitrat (NO₃) dan Ortofosfat (PO₄)

Keberadaan unsur hara di dalam suatu perairan berasal dari hasil rombakan bahan organik yang dilakukan oleh mikroba. Selain mengandung unsur karbon, bahan organik juga mengandung unsur nitrogen dan fosfor yang dapat diubah menjadi unsur anorganik, yang dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton maupun tanaman air dalam melakukan pertumbuhan dan perkembangbiakan.

Bahan-bahan anorganik yang dapat menjadi unsur hara perairan adalah nitrat dan fosfat. Nitrat (NO₃) merupakan hasil oksidasi amoniak yang dilakukan oleh Bakteri Nitrosomonas dan Nitrobacter dalam proses nitrifikasi. Fosfat di dalam suatu perairan dalam bentuk orthofosfat (PO₄) yang juga menjadi unsur hara bagi fitoplankton. Keberadaan nitrat dan fosfat di dalam suatu perairan juga dapat menjadi indikator dalam menilai tingkat kesuburan suatu perairan (Tabel 5.6).

Tabel 5.12. Klasifikasi Tingkat Kesuburan Perairan
Berdasarkan Kandungan Nitrat dan Fosfat

Tingkat Kesuburan Perairan	Kandungan Nitrat (mg/l)	Kandungan Orthofosfat (mg/l)
Oligotrofik	0 – 1	0,003 – 0,010
Mesotrofik	1 – 5	0,01 – 0,03
Eutrofik	5 – 50	0,03 – 0,1

Sumber: Jollenweider (1968); Wetzel (1975) dalam Mustofa (2015)

Kandungan nitrat di perairan Prawean Jepara berkisar 1,27–1,36 mg/l dan kandungan fosfat sebesar 0,049–0,086 mg/l. Nilai nitrat dan fosfat di perairan ini menunjukkan tingkat kesuburan perairan Praweran Jepara tergolong rendah (Subiakto, Santosa, Suryono, & Riniatsih, 2019). Perairan pantai Desa Tanggultlare, Kabupaten Jepara menunjukkan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik) dengan kandungan nitrat sebesar 1,090 mg/l, tapi juga dikategorikan sangat subur (eutrofik) dilihat dari kandungan fosfatnya sebesar 0,090 mg/l. Hal ini berdampak pada melimpahnya fitoplankton di perairan ini (Mustofa, 2015).

5.2.3 Parameter Biologi

Selain parameter fisika dan kimia, parameter biologi perairan juga dapat dijadikan sebagai cara untuk mengukur kualitas dari perairan itu sendiri. Pemanfaatan parameter biologi dalam pengukuran kualitas air lebih dikenal dengan sebutan biomonitoring. Parameter biologi dalam suatu perairan menjadi sebuah bioindikator yang menunjukkan status dari perairan tersebut. Berbagai jenis biota dapat dimanfaatkan sebagai

bioindikator suatu perairan seperti plankton, bentos dan mikroorganisme.

1. Plankton

Plankton merupakan organisme mikroskopis yang hidup melayang-layang di dalam perairan, yang hidupnya bergantung pada arus air itu sendiri. Plankton sendiri terbagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton merupakan jenis plankton yang sering dimanfaatkan dalam melakukan penilaian kualitas air suatu perairan, terutama pada jenis perairan yang tergenang.

Penggunaan fitoplankton sebagai bioindikator perubahan kualitas lingkungan telah lama dikenal. Fitoplankton dipergunakan untuk melihat status eutrofikasi suatu perairan, fenomena marak alga (HAB), pengaruh toksikan (organik dan logam berat) serta pengaruh sedimen tercemar (Purbonegoro, Puspitasari, & Cordova, 2019).

Produksi fitoplankton dan jenis fitoplankton dalam suatu perairan dapat dipergunakan dalam menilai tingkat kesuburan suatu perairan. Perairan oligotropik memiliki tingkat produksi fitoplankton sebesar 7 – 25 g C/m²/hari dengan jenis fitoplanktonnya adalah Desmid, Chrysphyceae, Diatom, Dinoflagellata, dan Chlorophyceae. Perairan mesotrofik memiliki produksi fitoplankton sebesar 75 – 250 g C/m²/hari, sedangkan perairan eutrofik 350 – 700 g C/m²/hari. Jenis fitoplankton yang sering ditemukan di perairan eutrofik adalah Diatom, Dinoflagellata, Chlorophyceae, dan Cyanophyceae (Effendi, 2003).

Hasil pengamatan di muara Sungai Hitam, Bengkulu ditemukan 4 (empat) jenis fitoplankton yaitu Cyanophyta, Dinophyta, Chlorophyta dan Chrysophyta dengan saprobitas perairan sebesar 1.09 yang menunjukkan

perairan muara Sungai Hitam dalam kelompok β -Meso/Oligo saprobik sehingga mengindikasikan telah terjadi pencemaran bahan organik ringan di dalam perairan tersebut (Al Rasyid, Purnama, & Kusuma, 2018).

2. Bentos

Bentos merupakan biota yang hidup di dasar perairan, yang dipengaruhi oleh kondisi perairan itu sendiri. Keberadaan bentos di perairan juga dapat menunjukkan status perairan tersebut, sehingga bentos juga dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator tingkat pencemaran suatu perairan.

Beberapa pertimbangan dalam menentukan bentos sebagai bioindikator antara lain bentos mudah untuk diidentifikasi dan memiliki sedikit keberagaman jenis namun distribusinya luas (*kosmopolit*) sehingga mudah untuk dijadikan sampel. Bentos juga menjadi biota yang mampu mengakumulasi bahan pencemar serta memiliki respon yang spesifik (Cordova & Purbonegoro, 2019).

Kelompok makroavertebrata yang ditemukan di Sungai Nimbai, Papua Barat, didominasi oleh kelompok larva dan insekta dewasa yang terdiri dari taksa *Ephemeroptera*, *Diptera*, *Hymenoptera*, *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Odonata*, *Hemiptera*, *Megaloptera*, dan *Oligochaeta*. Jenis-jenis ini merupakan makroinvertebrata yang memiliki toleransi lingkungan yang tinggi sehingga dapat menunjukkan bahwa Sungai Nimbai telah mengalami penurunan kualitas air akibat masuknya limbah organik POME (Leatemia, Manangkalangi, Lefaan, Peday, & Sembel, 2017).



Gambar 5.7. Oligochaeta
Sumber: Wikipedia (2023)

3. Mikroorganisme/mikroba

Kualitas suatu perairan dapat juga dinilai berdasarkan kandungan mikroorganisme yang ada di dalamnya. Mikroorganisme dibutuhkan perairan terutama dalam proses perombakan bahan-bahan organik menjadi bahan anorganik yang juga dibutuhkan oleh perairan. Akan tetapi, terdapat beberapa jenis mikroorganisme yang berbahaya bagi kehidupan ikan jika mikroba tersebut di dalam air. Keberadaan mikroorganisme tertentu dapat mengindikasikan adanya pencemaran di dalam perairan.

Mikroba mampu merespon perubahan fisika atau kimia dalam suatu lingkungan, sehingga banyak digunakan sebagai indikator alami terhadap perubahan lingkungan, terutama akibat dari pencemaran. Mikroba, khususnya bakteri, dapat bersimbiosis dengan makhluk hidup yang lain dan dapat berdampak positif dan negatif pada ekosistem (Winarti, 2016).

Kepadatan bakteri *coliform* di perairan pesisir Sepuluh Kabupaten Bangkalan berkisar antara 500 – 800 koloni/ml di sampel air, dan sebanyak 27 – 120 MPN/g di sampel sedimen. Kepadatan bakteri di perairan ini masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan yaitu 1.000 koloni/ml di air dan 1.000 MPN di sedimen, sehingga dapat disimpulkan bahwa perairan Sepuluh Kabupaten Bangkalan masih dalam kondisi baik secara biologis (Saputri & Efendy, 2020).



Gambar 5.8. *Coliform*

Sumber: cleanwaterstore.com (2023)

Keberadaan mikroorganisme di dalam perairan dapat berdampak pada kesehatan ikan. Pengelolaan kegiatan perikanan yang kurang tepat, dapat berdampak pada penurunan kualitas air dan memberikan peluang munculnya penyakit ikan yang disebabkan oleh serangan parasit, virus dan bakteri pada ikan yang dibudidayakan. Salah satu penyakit yang dapat menyerang ikan Patin adalah *Edwardsiellosis* yang disebabkan oleh bakteri *Edwardsiella tarda* (Setyowati, Prayitno, & Sarjito, 2014).

DAFTAR PUSTAKA

- Al Rasyid, H., Purnama, D., & Kusuma, A. B. 2018. Pemanfaatan Fitoplankton sebagai Bioindikator Kualitas Air di Perairan Muara Sungai Hitam Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 39-51.
- cleanwaterstore.com. 2023, September 8. *Sources of Coliform Bacteria Contamination in Home Well Water*. Retrieved from Clean Water Store: <https://www.cleanwaterstore.com/blog/sources-of-coliform-bacteria-contamination-in-home-well-water/>
- Cordova, M. R., & Purbonegoro, T. 2019. Konsep Bioindikator untuk Penanda Degradasi Lingkungan di Indonesia. In R. Rositasari, *Monitoring Kesehatan Perairan Pesisir. Potensi dan Penggunaan Biota Indikator* (pp. 1-24). Yogyakarta: UGM Press.
- Dahril, I., Tang, U. M., & Putra, I. 2017. Pengaruh Salinitas Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 67-75.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: PT. Kanisius.
- Kordi K, M. G., & Tancung, A. B. 2010. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Leatemia, S. O., Manangkalangi, E., Lefaan, P. T., Peday, H. Z., & Sembel, L. 2017. Makroavertebrata Bentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Nimbai Manokwari, Papua Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 22(1), 25-33. doi:10.18343/jipi.22.1.25
- Limnoloan.org. 2023, September 4. *Secchi Disk*. Retrieved from Limno Loan: limnoloan.org/waterquality/secchi-disk/

- Mujtahidah, T., Sari, D. N., Putri, D. U., Mainassy, M. C., Ode, I., Yusuf, M. A., . . . Sari, Y. P. 2019. *Budidaya Perikanan*. Gowa: CV. Tohar Media.
- Mustofa, A. 2015. Kandungan Nitrat dan Fosfat sebagai Faktor Tingkat Kesuburan Perairan Pantai. *Jurnal DISPROTEK*, 13-19.
- Mustofa, A. 2020. *Pengelolaan Kualitas Air untuk Akuakultur*. Jepara: UNISNU Press.
- Purbonegoro, T., Puspitasari, R., & Cordova, M. R. 2019. Penggunaan Fitoplankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Pesisir dan Laut. In d. Ricky Rositasari, *Monitoring Kesehatan Perairan Pesisir. Potensi dan Penggunaan Biota Indikator* (pp. 124-141). Yogyakarta: UGM Press.
- Rahadi, B., Wiroesoedarmo, R., Haji, A. T., & Ariyanto, A. P. 2020. Prediksi TDS, TSS dan Kedalaman Waduk Selorejo menggunakan Aerial Image Processing. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2), 65-71. doi:<https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2020.007.02.3>
- Sahami, F., Hamzah, S. N., Panigoro, C., & Hasim. 2014. *Lingkungan Perairan dan Produktivitasnya*. Deepublish: Yogyakarta.
- Saputri, E. T., & Efendy, M. 2020. Kepadatan Bakteri Coliform sebagai Indikator Pencemaran Biologis di Perairan Pesisir Sepuluh Kabupaten Bangkalan. *Juvenil*, 1(2), 243-249. doi:10.21107/juvenil.v1i2.7579
- Sari, S. P., Amelia, J. M., & Setiabudi, G. I. 2022. Pengaruh Perbedaan Suhu terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelulusan Hidup Benih Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan*, 12(3), 346-354. doi:<http://doi.org/10.29303/jp.v12i3.328>

- Setyowati, E., Prayitno, S. B., & Sarjito. 2014. Pengaruh Perendaman Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*. L) terhadap Kelulushidupan dan Histologi Hati Ikan Patin (*Pangasius hypophtalamus*) yang Diinfeksi Bakteri *Edwardsiella tarda*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 174-182.
- Silviawati, P. A. 2023. *Prevalensi dan Intensitas Ektoparasit pada Ikan Bawal Air Tawar (Colossoma macropomum) di Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Yanto Bawal Desa Ngrajek Kabupaten Magelang*. Magelang: Universitas Tidar.
- Subiakto, A. Y., Santosa, G. W., Suryono, & Riniatsih, I. 2019. Hubungan Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Substrat terhadap Kerapatan Lamun di Perairan Pantai Prawean, Jepara. *Journal of Marine Research*, 55-61.
- Supriatna, Mahmudi, M., Musa, M., & Kusriani. 2020. Hubungan pH dengan Parameter Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 368-374.
- Wikipedia. 2023, September 7. *Oligochaeta*. Retrieved from Wikipedia. The Free Encyclopedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Oligochaeta>
- Wikipedia.org. 22, Oktober `25. *Siklus Karbon*. Retrieved from Wikipedia. Ensiklopedia Bebas: https://id.wikipedia.org/wiki/Siklus_karbon
- Winarti, I. 2016. *Peran Mikroba sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tawar pada Beberapa Situ*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.

BAB 6

PRODUKTIVITAS LAUT DAN PERIKANAN

Oleh Darsiani

6.1 Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang didominasi oleh perairan, terdiri dari 70% wilayah laut. Indonesia memiliki perairan laut seluas 3,25 km² dan 2,55 juta km² zona eksklusif (*ZEE*) (Roza, 2023); (Ramadhan Marco F.P., Mutiara Firsty L.N.A., 2020); (Manik, 2022), serta memiliki total garis pantai yang terpanjang di dunia (Nontji, 2002). Kondisi ini dapat menggiring sebuah opini bahwa Indonesia sudah sangat tepat disebut sebagai negara maritim.

Wilayah perairan Indonesia mengandung sumber daya yang dapat dimanfaatkan secara terbuka bagi siapapun (*open access*) atau dapat disebut sebagai sumber daya milik bersama (*common property*) (Hutabarat and Evans, 1986). Anggapan tersebut dapat berakibat fatal terhadap kelestarian perairan, karena sumber daya perairan akan dimanfaatkan secara tidak bijak dengan pengelolaan yang tidak jelas. Di masa yang akan datang, kita akan dituntut mengelolah sumber daya perairan dengan penuh tanggung jawab, agar dapat dimanfaatkan secara efisien dan berkelanjutan. Pengelolaan sumberdaya perairan dapat dikelola dengan baik, jika stok sumber daya perairan dapat diketahui dengan pasti. Stok sumber daya perairan dapat diketahui melalui pengukuran produktivitas perairan.

Secara umum, tujuan mengukur produktivitas perairan adalah untuk mengestimasi ketersediaan nutrisi dalam suatu perairan, dan selanjutnya potensi pemanfaatan sumber daya

perairan dapat dikelola dengan baik, lebih optimal dan berkelanjutan. Di dalam ilmu laut dan ilmu perikanan dilakukan berbagai cara untuk mengukur produktivitas suatu perairan.

Produktivitas perairan dapat diukur secara langsung dengan cara menghitung populasi organisme yang hidup di dalamnya. Dapat pula dilakukan pengukuran secara tidak langsung dengan cara merumuskan tingkat kehidupan (*trophic levels*) yang terjadi di dalamnya. Untuk memudahkan pengukuran produktivitas secara tidak langsung, dibagi menjadi dua (2) kelompok yakni produktivitas primer dan sekunder. Tampaknya metode secara tidak langsung ini, lebih sering digunakan. Diduga metode secara tidak langsung dapat mewakili produktivitas seluruh komunitas yang ada di dalam perairan. Pada bab ini, di dalamnya akan dibahas tentang produktivitas pada laut dan perikanan.

6.2 Konsep Produktivitas

Tingkat produktivitas perairan sangat variatif tergantung dari zonanya, kondisi geografis, aktifitas makhluk hidup sekitarnya, dan kandungan unsur hara di dalam perairan tersebut. Dapat dinyatakan bahwa produktivitas secara keseluruhan membahas tentang aliran energi yang terjadi dalam sebuah wilayah melalui interaksi antar komponen penyusun wilayah tersebut dan selanjutnya dinyatakan dalam satuan waktu.

Komponen penyusun sebuah wilayah dapat berupa komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik dapat bertindak sebagai produsen dan konsumen, yakni semua organisme yang hidup dalam suatu wilayah. Sedangkan komponen abiotik diantaranya adalah senyawa kimia yang terkandung di dalam sebuah wilayah dan faktor-faktor eksternal/ lingkungan (fisika) yang dapat mempengaruhi wilayah tersebut.

Untuk memahami lebih lanjut tentang produktivitas perairan, maka dibutuhkan pengetahuan awal terkait dengan

konsep dasar produktivitas. Konsep produktivitas perairan dibagi menjadi tiga (3) (Sahami *et al.*, 2014) antara lain:

1. Hasil bawaan

Hasil bawaan merupakan jumlah organisme yang ada dalam satuan luas pada waktu tertentu. Hasil bawaan dinyatakan dalam satuan jumlah individu atau biomassa, atau kandungan energi. Suatu populasi yang memiliki hasil bawaan yang besar menjelaskan bahwa natalis (kelahiran) dan mortalitas (kematian) yang dimiliki tergolong rendah. Hasil bawaan yang bertahan pada suatu wilayah dalam satuan waktu tidak terbatas disebut sebagai daya dukung lingkungan (*carrying capacity*). Daya dukung lingkungan dapat dijadikan sebagai tolak ukur penentuan lokasi, yang disesuaikan dengan jenis kegiatan yang akan dilakukan.

2. Perpindahan materi

Perpindahan materi dapat terjadi pada suatu wilayah tertentu dengan satuan waktu termasuk disebabkan oleh aktifitas manusia ataupun dapat dilakukan oleh organisme yang berpindah dari satu ekosistem ke ekosistem lainnya atau melakukan perpindahan kembali ke tempat sebelumnya. Organisme yang berpindah melakukan deposit bahan organik di dalam tubuh, yang diperoleh dari lokasi awal dan dipindahkan ke lokasi lain. Sehingga dapat dikatakan pula bahwa terjadi perpindahan energi atau aliran energi, yang dilakukan oleh individu-individu melalui interaksi di dalam sebuah ekosistem.

3. Kecepatan produksi

Kecepatan produksi adalah jumlah materi yang dibentuk oleh setiap tingkat rantai makanan dalam satuan waktu per satuan luas atau volume. Kecepatan produksi dapat pula diartikan sebagai kecepatan proses pertumbuhan yang terjadi pada suatu wilayah.

6.3 Produktivitas Primer

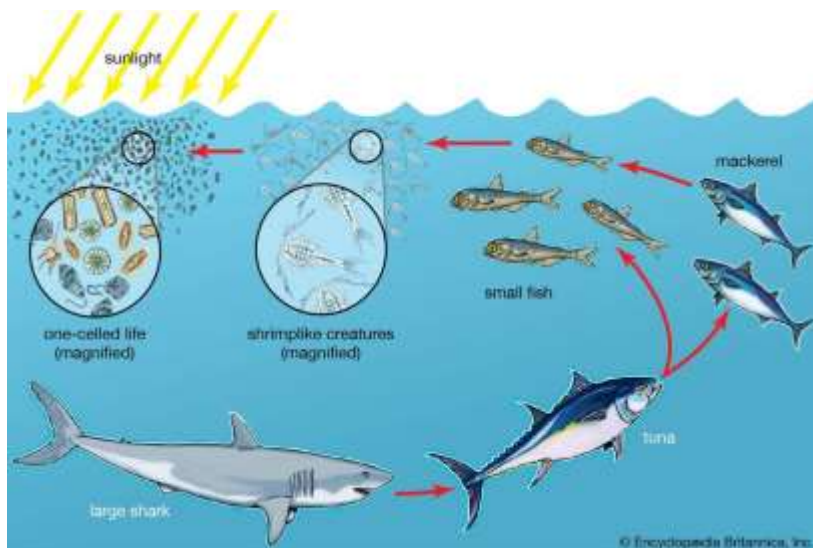
Produktivitas primer memiliki peran penting bagi kehidupan manusia, karena produktivitas primer sebagai simpul utama sumber makanan bagi makhluk hidup termasuk manusia.

Dalam sebuah ekosistem terdapat produsen dan konsumen, sehingga produktivitas dapat dikelompokkan berdasarkan sumbernya tersebut, yakni produktivitas oleh produsen dan produktivitas oleh konsumen. Produktivitas produsen dapat pula disebut sebagai produktivitas primer (dasar). Produsen berperan mensintesis bahan organik yang berasal dari bahan anorganik terlarut dalam air, dengan bantuan energi sinar matahari (fotosintesa) dan selanjutnya menghasilkan nutrien/ energi (Sahami *et al.*, 2014).

Menurut (Pelupessy *et al.*, 2015), seringkali produktivitas primer dianggap sepadan dengan energi fotosintesis, padahal produktivitas primer dapat pula bersumber dari aktifitas bakteri kemosintesis. Berdasarkan hal tersebut, maka menurut (Sahami *et al.*, 2014), bahwa produktivitas primer dibagi menjadi dua (2) unsur, yakni produktivitas primer bersih dan kotor. Produktivitas primer bersih merupakan besaran sintesis senyawa karbon organik selama aktifitas fotosintesis berlangsung dikurangi dengan besarnya aktifitas total respirasi pada reaksi terang dan gelap dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan produktivitas primer kotor adalah jumlah energi total dari aktifitas fotosintesis yang dilakukan oleh produsen pada jangka waktu tertentu. Ditambahkan oleh (Nontji, 2002), bahwa ukuran besaran produktivitas primer yang dimiliki suatu perairan menggambarkan besaran ketersediaan nutrien terlarut dalam suatu perairan.

Menurut (Al-Bandjari and Paserang, 2020), produktivitas primer adalah upaya yang dilakukan untuk merumuskan sejumlah energi cahaya matahari yang dapat disimpan di dalam tubuh organisme autotrof perairan melalui aktifitas fotosintesis hingga energi tersebut sampai pada organisme lainnya (konsumen). Aliran

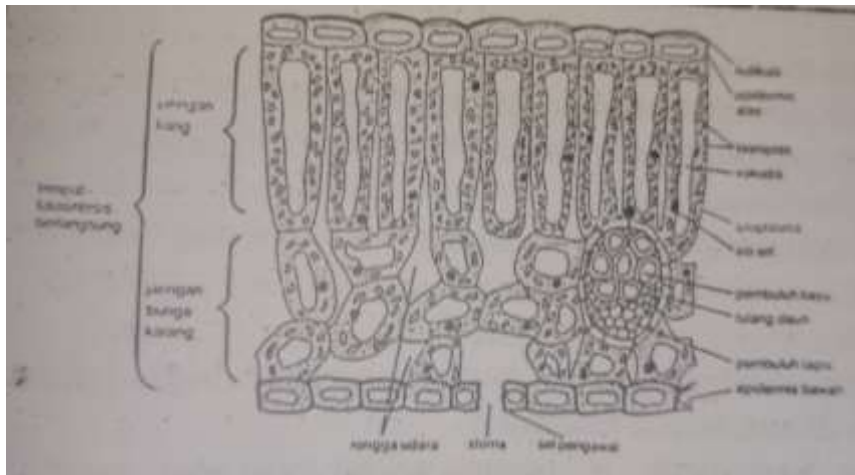
energi sinar matahari yang mengalir ke produsen dan sampai ke konsumen dapat dilihat pada Gambar 6.1. Senada dengan pernyataan (Febbrianna, Muskananfolo and Suryanti, 2017), menyatakan bahwa produktivitas primer adalah laju reaksi fotosintesis untuk menghasilkan bahan organik dan dinyatakan dalam satuan volume atau luas pada suatu perairan. Ditambahkan oleh (Yustiningsih, 2019), bahwa aktifitas fotosintesis dapat berlangsung dengan baik dengan bantuan energi sinar matahari sehingga intensitas cahaya dapat dinyatakan sebagai komponen utama bagi nilai produktivitas primer suatu perairan.



Gambar 6.1. Aliran Energi di Dalam Perairan Laut
(Sumber : <https://rimbakita.com/rantai-makanan-di-laut/>)

Reaksi fotosintesis dapat dilakukan oleh organisme yang memiliki zat hijau daun (*Chlorofil*) (Wiraatmaja, 2017). Fotosintesis adalah aktifitas yang dilakukan oleh organisme yang memiliki zat hijau daun, dan pada reaksi fotosintesis dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dan disimpan dalam bentuk

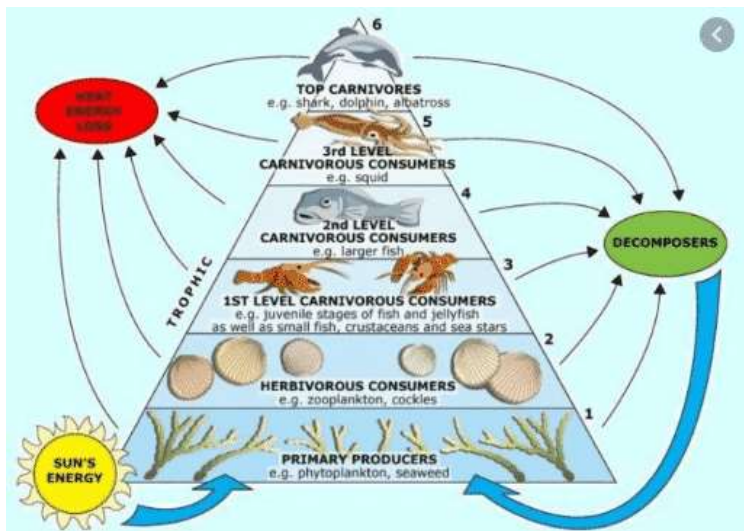
senyawa organik (Zahara and Fuadiyah, 2021). Ditambahkan oleh (Febbrianna, Muskananfola and Suryanti, 2017), bahwa klorofil terdiri dari tiga jenis yaitu klorofil-a, b dan c. Ketiga jenis klorofil ini sangat penting dalam proses fotosintesis tumbuhan. Kandungan yang paling dominan dimiliki oleh fitoplankton adalah klorofil-a. Oleh karena itu klorofil-a dapat dijadikan sebagai salah satu indikator kesuburan perairan (Uneputty, Tubalawony and Noya, 2022). Untuk mengenal lebih jauh letak klorofil (zat hijau daun) yang berperan dalam reaksi fotosintesis dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2. Klorofil (Zat Hijau Daun) yang Dimiliki Tanaman
Sumber : (Tarigan, 2000)

Dalam sebuah perairan, dapat ditemukan plankton yang mengandung klorofil dikenal dengan nama fitoplankton. Fitoplankton dapat melakukan aktifitas fotosintesis untuk menghasilkan produk berupa glukosa dan oksigen, dengan memanfaatkan bantuan energi sinar matahari (Febbrianna, Muskananfola and Suryanti, 2017); (Lupitasari, Melina and Kusumaningtyas, 2020); (Sofyan and Zainuri, 2021). Keberadaan

fitoplankton pada perairan menjadi hal yang sangat penting untuk keberlangsungan kehidupan biota air yang ada di dalamnya, dimana fitoplankton dapat memenuhi kebutuhan nutrisi dan oksigen bagi semua biota perairan. Fitoplankton bertindak sebagai produsen, dan pada tingkat tropik selanjutnya ditempati oleh konsumen (misalnya ikan dan lain sebagainya). Peran fitoplankton bagi biota perairan secara jelas ditampilkan pada Gambar 6.3 sebagai berikut;



Gambar 6.3. Piramida Makan

(Sumber : <https://duniapendidikan.co.id/rantai-makan-laut/>)

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi fotosintesis, antara lain ketersediaan nutrisi, cahaya, dan temperatur (Sunarto, Astuty and Hamdani, 2004); (Pelupessy *et al.*, 2015); (Lupitasari, Melina and Kusumaningtyas, 2020); (Putrisia, Ain and Rahman, 2022). Nutrisi dibutuhkan untuk bertumbuh dan berkembang, sedangkan cahaya dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan fotosintesis, dan temperatur berperan mengatur laju fotosintesis

dan distribusi fitoplankton di dalam kolom perairan (Sahami *et al.*, 2014). Hal senada dinyatakan oleh (Irawati, Adiwilaga and Prawtiwi, 2013) bahwa aktifitas fotosintesis ditunjang oleh intensitas cahaya dan unsur hara yang terkandung dalam suatu perairan. Ditambahkan oleh (Zahara and Fuadiyah, 2021), bahwa komponen lain yang berperan dalam reaksi fotosintesis yakni CO₂ dan air, dimana kedua unsur tersebut bertindak sebagai bahan organik yang akan dibentuk menjadi senyawa karbohidrat dengan bantuan cahaya matahari dan beberapa enzim pendukung.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dinyatakan bahwa produktivitas primer adalah komponen biotik (produsen atau konsumen tingkat I) yang memanfaatkan secara langsung komponen abiotik sebagai sumber energi, dan kemudian menyimpan energi di dalam tubuhnya atau diteruskan ke konsumen tingkat yang lebih tinggi (produktivitas sekunder). Tampaknya perpindahan energi terjadi akibat peristiwa makan memakan atau terbentuk sebuah rantai makanan, sehingga sebuah aliran materi organik secara kontinue berasal dari produktivitas primer (produsen) menuju ke produktivitas sekunder (konsumen).

Produktivitas primer dapat diukur dengan menggunakan beberapa cara. Beberapa ahli menyampaikan metode yang berbeda-beda, sehingga hasil yang diperoleh pun berbeda-beda. Misalnya metode C₁₄, metode klorofil, dan metode oksigen. Namun yang paling sering kita temui adalah metode oksigen dengan botol terang gelap, tetapi hasilnya terbatas dalam botol (Khairunnisa, Nurrahman and Prayitno, 2022). Kemudian metode oksigen ini berkembang melalui pembacaan kurva oksigen harian, sehingga sampel yang diteliti tidak dibatasi ukurannya dan dapat dilakukan pengukuran setiap saat, tetapi masih ada kemungkinan terjadinya persinggungan oksigen di atmosfer dan di dalam air (Pitoyo and Wiryanto, 2002).

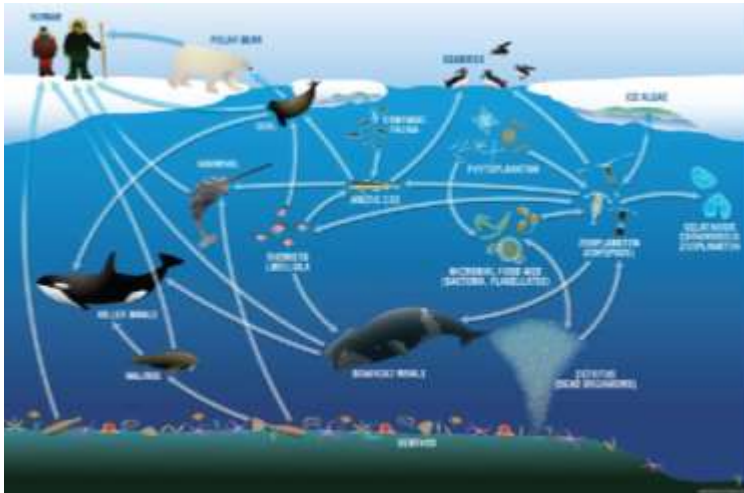
6.4 Produktivitas Sekunder

Produktivitas sekunder memiliki manfaat besar bagi kehidupan manusia, karena dapat menjadi sumber protein hewani bagi manusia. Dalam piramida makanan, manusia berada pada tingkat tropik tertinggi, yakni dapat memanfaatkan secara menyeluruh energi dari produktivitas primer (produsen) dan produktivitas sekunder (konsumen).

Kemampuan konsumen berbeda-beda untuk mengubah materi organik menjadi nutrien. Perbedaan kemampuan tersebut tergantung dari kondisi biologis setiap organisme. Misalnya ikan karnivora tidak dapat memanfaatkan protein nabati secara maksimal. (Sahami *et al.*, 2014), contoh kasus lain terjadi pada organisme invertebrata yang memiliki kemampuan mengubah energi lebih besar menjadi biomassa dibandingkan dengan kemampuan organisme vertebrata. Selanjutnya ditambahkan oleh (Sunarto, Astuty and Hamdani, 2004) bahwa beberapa faktor mempengaruhi produktivitas sekunder, antara lain: faktor lingkungan, interaksi antar populasi dalam sebuah komunitas, karakteristik lingkungan dan karakteristik populasi.

(Nurchayanto *et al.*, 2020) menyatakan bahwa produktivitas sekunder merupakan sebuah fungsi pengukuran dinamika populasi pada level individu, populasi sampai pada tingkat ekosistem dalam satuan waktu. Sehingga untuk memahami secara menyeluruh mengenai produktivitas sekunder, maka dibutuhkan pemahaman secara menyeluruh mengenai hubungan antara produktivitas dengan biomassa. Senada dengan pendapat (Sahami *et al.*, 2014), bahwa produktivitas sekunder adalah kemampuan organisme herbivora menghasilkan materi organik yang berasal dari produktivitas primer (tumbuhan). Materi organik yang dihasilkan oleh herbivora bukan materi organik baru, tetapi hanya menyusun kembali materi organik yang diperoleh dari produktivitas primer. Sehingga produktivitas sekunder sama artinya dengan produktivitas konsumen.

Pada Gambar 6.4 terlihat bahwa di dalam sebuah perairan laut, tingkat tropik konsumen ditempati oleh spesies yang lebih besar dari plankton yakni ikan dan udang, selanjutnya tidak menutup kemungkinan beberapa konsumen dapat memanfaatkan sumber makanan yang sama, sehingga terjadi sebuah jaring makanan. Contoh jaring-jaring makanan, dapat dilihat pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4. Jaring-Jaring Makan

(Sumber : <https://sinibelajar.com/ekosistem-darat-air-tawar-laut-pantai/>)

6.5 Produktivitas Laut

Lautan adalah hamparan air yang luas, terbuka, dan lingkungannya tidak seragam. Secara horizontal, laut dibagi menjadi 3 zona yakni pesisir, pantai, dan laut lepas (Nontji, 2002). Pada zona yang berbeda tersebut memiliki produktivitas yang berbeda pula.

Secara umum, wilayah pesisir terdiri dari wilayah *mangrove*, padang lamun (*seagrass bed*), dan terumbu karang.

Menurut (Sunarto, Astuty and Hamdani, 2004), daerah kepebisiran (*coastal area*) merupakan daerah yang membentang dari darat hingga laut, batas di darat sejauh pengaruh laut masuk ke darat dan batas di laut sejauh pengaruh darat masuk ke laut. Wilayah pesisir merupakan ekosistem yang sangat produktif, dengan nilai ekonomi yang sangat tinggi. Wilayah pesisir (estuaria) memiliki produktivitas primer yang tinggi, karena daerah estuaria memiliki aktifitas biota yang tinggi dengan keanekaragaman biota yang tinggi pula (Sofyan and Zainuri, 2021). Pada ekosistem pesisir terjadi interaksi hayati dan nonhayati secara fungsional sehingga terbentuk sebuah sistem yang sangat rapi. Jika sistem yang terbentuk mengalami ketimpangan, maka secara keseluruhan akan menimbulkan masalah pada setiap komponen penyusun ekosistem tersebut (Muzani *et al.*, 2020). Khusus pada ekosistem padang lamun dan *mangrove* yang merupakan ekosistem pantai paling produktif, terjadi interaksi yang sangat kompleks di dalamnya. Padang lamun menjadi pilihan utama bagi sebagian besar fauna laut, misalnya sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat bertelur (*spawning ground*) ataupun sebagai tempat berlindung larva dan juvenil (*nursey ground*). Padang lamun memiliki produktivitas primer yang tinggi, dengan tambahan fungsi ekologi terhadap kelestarian biota laut. Selain itu, secara fisik dapat melindungi pantai dari hempasan gelombang dan arus yang kuat (Muzani *et al.*, 2020).

(Sahami *et al.*, 2014), menyatakan bahwa di perairan laut juga berlaku pengelompokan produktivitas berdasarkan sumbernya, yakni produktivitas primer dan sekunder. Produktivitas primer diduduki oleh produsen misalnya tumbuhan (fitoplankton, *mangrove*, lamun, terumbu karang) yang dapat memanfaatkan secara langsung bahan organik yang terkandung dalam perairan lalu diubah menjadi nutrisi yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh organisme pada tingkat

tropik yang lebih tinggi (konsumen). Sedangkan produktivitas sekunder adalah organisme yang memanfaatkan produsen sebagai sumber nutrienya, dalam hal ini disebut konsumen.

Konsumen dalam perairan laut, misalnya zooplankton, ikan (nekton), bentos, dan sebagainya. Konsumen memperoleh energi dari produsen untuk mempertahankan keberlangsungan hidupnya. Perubahan energi dari pemanfaatan bahan organik terlarut dalam suatu perairan oleh produsen, dan aliran energi dari produsen ke konsumen (produktivitas sekunder), dapat dikatakan bahwa perubahan energi dan aliran energi tersebut merupakan sebuah aktifitas produksi dan diperoleh sebuah produk berupa energi (sumber daya perikanan).

Seperti yang telah dikemukakan di atas, bahwa pada perairan laut secara garis besar produktivitas primer sepenuhnya diperankan oleh fitoplankton. Sedikit berbeda pada wilayah pantai, vegetasi tumbuhan juga mengambil peran tambahan terhadap produktivitas primer, misalnya: *mangrove*, *seagrass*, alga benthik, dan sebagainya. Sehingga produktivitas wilayah pesisir dan pantai cenderung lebih tinggi dibanding dengan wilayah lautan terbuka (Sahami *et al.*, 2014).

Antara pesisir, pantai dan lautan terbuka, memiliki interaksi yang tidak terpisahkan satu sama lain. Interaksi yang dapat terjadi adalah interaksi antara komponen biotik dengan abiotik, dan dapat pula terjadi antara biotik dengan biotik lainnya. Komponen abiotik dapat berupa kondisi perairan meliputi faktor fisik dan kandungan kimia. Kecukupan unsur-unsur yang terkandung dalam perairan dapat menjadi faktor pembatas bagi tumbuh kembang biota perairan. Misalnya nitrat, yang merupakan salah satu unsur makronutrien yang dibutuhkan oleh fitoplankton dalam jumlah tertentu untuk bertumbuh. Sebaliknya, kadar nitrat yang berlebihan dapat menyebabkan pengayaan perairan dan mempercepat

pertumbuhan fitoplankton sehingga terjadi *blooming* (Pahlewi and Sakinah, 2021).

Produktivitas di laut juga dipengaruhi oleh waktu, musim dan lokasi. Perbedaan tempat dan waktu menyebabkan perbedaan kondisi fisik, kimia, dan biologi suatu perairan (Pitoyo and Wiryanto, 2002). Pada bulan Juni sampai dengan bulan September terjadi lonjakan nilai rata-rata produktivitas di perairan Indonesia dalam setiap tahun. Produktivitas primer rata-rata harian dapat berbeda pada setiap bulannya (dapat dilihat pada Tabel 1). Hal tersebut terjadi, karena adanya sumbangsih nutrien dari peristiwa *upwelling* (Sahami *et al.*, 2014). *Upwelling* merupakan istilah yang lazim digunakan untuk menyatakan terjadinya pertukaran massa air antara permukaan dan bagian dalam kolom perairan. Peristiwa ini menyebabkan nutrien yang terkandung dalam kolom perairan yang lebih dalam, dapat berpindah ke bagian permukaan perairan, kemudian dapat diubah menjadi sumber energi bagi organisme lain yang hidup dalam perairan tersebut (Nontji, 2002).

Tabel 6.1. Nilai Produktivitas Primer Rata-Rata Harian

Bulan	Rata-rata produktivitas ($\text{mg C m}^{-2}\text{d}^{-1}$) di Indonesia pada tahun 2000-2007
Januari	747,94
Februari	756,46
Maret	755,90
April	717,0
Mei	748,72
Juni	784,77
Juli	848,72
Agustus	898,02
September	923,62

Bulan	Rata-rata produktivitas ($\text{mg C m}^{-2}\text{d}^{-1}$) di Indonesia pada tahun 2000-2007
Oktober	846,52
November	766,54
Desember	743,38

(Sumber: Sahami *et al.*, 2022)

6.6 Produktivitas Perikanan

Sumber daya perikanan yang dimiliki oleh Indonesia sangat beragam dan memiliki potensi yang besar, diantaranya perikanan budidaya dan perikanan hasil tangkap. Usaha perikanan tersebut, mengarah untuk kemajuan perekonomian Indonesia. Berbicara tentang produktivitas perikanan, tentu tidak jauh dari pembahasan mengenai produksi perikanan, baik produksi perikanan budidaya maupun produksi perikanan tangkap. Produksi dapat dicapai dengan dukungan dari potensi yang dimiliki, termasuk waktu, musim, tempat (wilayah) dan semua materi/ unsur yang terkandung di dalamnya.

6.6.1 Produktivitas Perikanan Budidaya

Potensi pengembangan budidaya berbeda pada setiap wilayah, sehingga jenis komoditas yang dapat diproduksi akan berbeda pula. (Mulyani *et al.*, 2022) melaporkan bahwa di Kabupaten Jeneponto Provinsi Sulawesi Selatan, dengan panjang pantai sekitar 40 km, memiliki potensi budidaya rumput laut seluas 2.387,15 Ha.

Potensi perikanan budidaya dapat mengalami penurunan, khususnya lahan budidaya dan kualitas air. Kondisi ini mengharuskan para penggiat perikanan budidaya memutar otak, agar dapat memanfaatkan ruang dan air secara efisien. Dewasa ini dikenalkan metode budidaya yang dapat memenuhi syarat tersebut, yakni budidaya sistem akuaponik. Selain dapat memproduksi ikan, juga mendatangkan keuntungan dengan

menghasilkan tanaman (sayur) (Shobihah, Yustiati and Andriani, 2022).

Dapat pula dikembangkan program minapolitan untuk memaksimalkan produksi perikanan budidaya. Dalam program minapolitan dapat dilakukan normalisasi saluran air sungai dan tambak, pembangunan pintu air pada wadah budidaya, peningkatan kualitas benih yang akan dikembangkan, penyediaan tempat pendaratan ikan budidaya, perbaikan dan peningkatan jalan agar memudahkan pengangkutan hasil produksi, melaksanakan kegiatan penyuluhan untuk meningkatkan kapasitas sumber daya manusia, dan lain sebagainya. Semua upaya tersebut dilakukan agar diperoleh produksi perikanan yang lebih baik (Zakiyah, 2014).

Usaha budidaya ikan dapat menjadi pilihan alternatif yang tepat dalam mengatasi keterbatasan sumber daya perikanan serta untuk menjaga kelestarian alam. (Latuconsina *et al.*, 2020), jika hanya mengandalkan produksi perikanan dari kegiatan penangkapan, maka tidak menutup kemungkinan akan terjadi penangkapan yang berlebih sehingga dapat mengancam kelestarian biota akuatik.

Jika diamati dengan seksama, kenyataannya pemanfaatan potensi lahan perairan tawar di Indonesia belum maksimal dilakukan. Sehingga potensi ini dapat menjadi solusi alternatif untuk pemenuhan kebutuhan sumber daya perikanan yang tergolong cukup terbatas.

Salah satu indikator pemanfaatan lahan belum maksimal dilakukan, dapat terlihat dari perbandingan antara luas lahan potensial perairan tawar yang besar dengan hasil produksi ikan air tawar yang sudah dicapai masih kecil. Bahkan masih banyak spesies ikan air tawar yang belum dibudidayakan, karena terbatasnya pengetahuan tentang cara/ teknik budidayanya (Yonvitner, 2007).

6.6.2 Produktivitas Perikanan Tangkap

Produktivitas perikanan tangkap adalah semua unsur yang dapat mendukung aktifitas penangkapan, termasuk alat tangkap dan kapal/ perahu yang digunakan, agar diperoleh hasil tangkapan perikanan lebih maksimal (Rahim, 2017). Faktor lain yang dapat menjadi faktor pembatas produktivitas perikanan tangkap. Misal perubahan musim dapat mengakibatkan perubahan produksi hasil tangkapan atau berdampak pada produktivitas hasil tangkapan.

Seperti yang telah dikemukakan di atas, bahwa alat tangkap juga menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas perikanan tangkap. Penggunaan alat tangkap yang tidak dikelola dengan baik, dapat berdampak negatif terhadap produktivitas perikanan. Hasil penelitian yang dilaporkan oleh (Damayanti, 2020), bahwa *purse seine* yang digunakan telah melebihi peraturan yang ditetapkan (1,30 ton/GT). Selanjutnya disampaikan bahwa besar kecilnya produktivitas per trip tidak berbanding lurus dengan banyak sedikitnya jumlah trip yang dilakukan, besar kecilnya produktivitas per PK yang dihasilkan tidak berbanding lurus dengan besar kecilnya PK mesin kapal yang digunakan, banyak sedikitnya produktivitas per ABK (anak buah kapal) yang dihasilkan tidak berbanding lurus dengan banyak sedikitnya ABK yang diberangkatkan, besar kecilnya produktivitas per GT (*Gross Tonnage*) yang dihasilkan tidak berbanding lurus dengan besar kecilnya GT kapal. Sehingga disarankan dilaksanakan pelatihan tentang manajemen usaha, agar pelaku usaha perikanan khususnya jaring *purse seine* dapat menjalankan usahanya secara profesional dan efisien, terutama dalam penentuan spesifikasi kapal, penentuan jumlah trip dan penggunaan jumlah ABK yang diberangkatkan.

(Subandi, Yani and Bustari, 2023), melaporkan hasil penelitian yang serupa yakni menguji produktivitas alat tangkap jaring kurau di Perairan Sungai Raya Kabupaten Meral Karimun, Provinsi Kepulauan Riau, melaporkan bahwa wilayah perairan

tersebut sudah mengalami *overfishing* (kelebihan tangkap). Indikator *overfishing* adalah menurunnya hasil tangkapan dan semakin kecilnya ukuran ikan yang tertangkap oleh jaring karau (alat tangkap yang digunakan).

(Erwansa, 2019), selain peralatan yang digunakan, produktivitas hasil tangkap dapat pula dipengaruhi oleh sumber daya manusia yang digunakan. Nelayan dengan modal usaha yang relatif kecil serta sarana yang kurang memadai, dan pemahaman masyarakat pesisir tentang lingkungan perairan yang minim, melakukan proses optimalisasi penangkapan ikan di sekitar pantai dengan cara adaptasi yang unik. Upaya nelayan yang terbatas, dapat menurunkan produktivitas hasil tangkapan. Upaya tersebut dapat disebut sebagai bentuk adaptasi nelayan dalam melakukan aktivitas perikanan.

Menurut (Erwansa, 2019), adaptasi nelayan adalah interaksi yang memiliki manfaat, terbentuk karena kesengajaan ataupun tidak disengaja, dan berlangsung dalam jangka waktu yang cukup lama. Adaptasi nelayan dapat disaksikan secara langsung melalui pola operasi penangkapan ikan yang dilakukan.

Sehingga dapat dinyatakan bahwa semua cara penangkapan ikan yang dilakukan oleh nelayan merupakan budaya atau cerimanan respon nelayan menghadapi perubahan yang terjadi untuk melindungi kegiatan usahanya. Penggunaan alat tangkap tradisional yang berbeda pada suatu wilayah dapat menjadi salah satu indikator perbedaan adaptasi nelayan pada wilayah tersebut. Beberapa alat tangkap tradisional yang digunakan diadopsi dari kebiasaan setempat, sehingga menjadi sebuah kearifan lokal pada suatu wilayah. Informasi tentang alat tangkap yang digunakan nelayan, diharapkan dapat menjadi dasar penentuan kebijakan tentang pemanfaatan dan pengelolaan perikanan di suatu wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Bandjari, A. S. and Paserang, A. P. 2020. 'Produktivitas Primer Perairan Danau Sibili Kecamatan Tawaeli, Kota Palu, Sulawesi Tengah', *Jurnal Biocelebes*, 14(3), pp. 244–252. doi: 10.22487/bioceb.v.
- Damayanti, H. O. 2020. 'Produktivitas Perikanan Tangkap Jaring Purse Seine', *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 16(1), pp. 29–46.
- Erwansa. 2019. 'Produktivitas Perikanan Tangkap di Desa Sepatin, Kutai Kartanegara', *Magrobis Journal*, 19(2), pp. 55–59.
- Febbrianna, V., Muskananfola, M. R. and Suryanti, S. 2017. 'Produktivitas Primer Perairan Berdasarkan Kandungan Klorofil-a dan Kelimpahan Fitoplankton di Muara Sungai Bedono Demak', *Journal of Maquares*, 6(3), pp. 318–325. doi: 10.14710/marj.v6i3.20593.
- Hutabarat, S. and Evans, S. M. 1986. *Pengantar Oseanografi*. 3rd edn. Jakarta: UI-Press.
- Irawati, N., Adiwilaga, E. M. and Prawtiwi, N. T. M. 2013. 'Hubungan Produktivitas Primer Fitoplankton Dengan Ketersediaan Unsur Hara Dan Intensitas Cahaya Di Perairan Teluk Kendari Sulawesi Tenggara', *Jurnal Biologi Tropis*, 13(2), pp. 197–208. doi: 10.29303/jbt.v13i2.152.
- Khairunnisa, R., Nurrahman, Y. A. and Prayitno, D. I. 2022. 'Produktivitas Primer Perairan Teluk Cina di Pulau Lemukutan, Kalimantan Barat', *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 5(2), pp. 39–47.
- Latuconsina, H. *et al.* 2020. 'Distribusi Spasial Ikan Baronang *Siganus canaliculatus* Park, 1797 pada Habitat Padang Lamun Berbeda di Teluk Ambon Dalam', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1), pp. 89–106. doi: 10.29244/jitkt.v12i1.27908.

- Lupitasari, D., Melina, M. and Kusumaningtyas, V. A. 2020. 'Pengaruh Cahaya dan Suhu Berdasarkan Karakter Fotosintesis *Ceratophyllum demersum* sebagai Agen Fitoremediasi Effect of Light and Temperature Based on the Photosynthetic Characteristics of *Ceratophyllum demersum* as a Phytoremediation Agent', *Jurnal Kartika Kimia*, 3(1), pp. 33–38.
- Manik, R. R. D. S. 2022. *Pakan Ikan dan Formulasi Pakan Ikan*. 1st edn, Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung. 1st edn. Edited by E. Damayanti. Bandung.
- Mulyani, S. et al. 2022. 'Produktivitas Budidaya Perikanan Dan Perikanan Tangkap Masyarakat Sekitar Teluk Laikang Kabupaten Jeneponto', *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 22(1), pp. 11–22.
- Muzani et al. 2020. 'Manfaat Padang Lamun Sebagai Penyeimbang Ekosistem Laut di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu', *Jurnal Geografi: Geografi dan Pengajarannya*, XVIII(1), pp. 1–14.
- Nontji, A. 2002. *Laut Nusantara*. 3rd edn. Jakarta: Djambatan.
- Nurchayanto, A. et al. 2020. 'Produktivitas Sekunder Famili Crambidae di Sungai Cigambreng, Desa Tapos , Bogor', *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 4(1), pp. 8–13.
- Pahlewi, A. D. and Sakinah, W. 2021. 'Kandungan Nitrat di Perairan Pasir Putih, Kecamatan Bungatan, Kabupaten Situbondo', *Zona Laut: Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan*, 2(2), pp. 38–42.
- Pelupessy, I. A. . et al. 2015. 'Produktivitas Primer dan Faktor Fisika-Kimia di Perairan Teluk Ambon Dalam', in *prosiding seminar nasional KSP2K*, pp. 89–104.
- Pitoyo, A. and Wiryanto. 2002. 'Primary Productivity of the Cengklik Dam Boyolali', *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 3(1), pp. 189–195. doi: 10.13057/biodiv/d030104.

- Putrisia, A. V., Ain, C. and Rahman, A. 2022. 'Analisa Produktivitas Primer Sebagai Upaya Pengelolaan Kualitas Air di Waduk Jatibarang, Semarang', *Jurnal TRITON*, 18(1), pp. 1–9.
- Rahim, A. 2017. 'Determinan Produktivitas Tangkapan dengan Model Estimasi Data Panel Fixed Effect', *Jurnal Scientific Pinisi*, 3(2), pp. 86–92.
- Ramadhan Marco F.P., Mutiara Firsty L.N.A., S. S. A. 2020. 'Urgency of Indonesian Waters Area Protection from Illegal Unreported Unregulated Fishing Article Information Abstract', *Department of International Relations, Faculty of Social and Political Sciences Universitas Sebelas Maret Surakarta, Indonesia*, pp. 48–60.
- Roza, E. 2023. *Maritim Indonesia, Kemewahan yang Luar Biasa*, <https://kkp.go.id/artikel/2233-maritim-Indonesia-kemewahan-yang-luar-biasa>.
- Sahami, F. M. et al. 2014. *Lingkungan Perairan dan Produktivitasnya*. 1st edn. Yogyakarta: Deepublish.
- Shobihah, H. N., Yustiati, A. and Andriani, Y. 2022. 'Produktivitas Budidaya Ikan dalam Berbagai Konstruksi Sistem Akuaponik', *Jurnal Akuatika Indonesia*, 7(1), pp. 34–41.
- Sofyan, D. A. and Zainuri, M. 2021. 'ANALISIS PRODUKTIVITAS PRIMER DAN KELIMPAHAN FITOPLANKTON DI', 2(1).
- Subandi, E., Yani, A. H. and Bustari. 2023. 'Produktivitas Perikanan Jaring Kurau di Perairan Sungai Raya Kabupaten Meral Karimun Provinsi Kepulauan Riau Fisheries Productivity of Kurau Nets in Sungai Raya Waters at Meral District', *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 11(1), pp. 55–60.
- Sunarto, Astuty, S. and Hamdani, H. 2004. 'Efisiensi Pemanfaatan Energi Cahaya Matahari oleh Fitoplankton dalam Proses Fotosintesis', *Jurnal Akuatika*, 2(2), pp. 1–6.
- Tarigan, C. 2000. *Kamus Biologi: dilengkapi dengan ilustrasi gambar*. 9th edn. Edited by A. Hidayat. Bandung: Penerbit M2S.

- Uneputty, B. A. S., Tubalawony, S. and Noya, Y. A. 2022. 'Klorofil-a dan kaitannya terhadap Produktifitas Primer Perairan Laut Banda pada Fenomena La Nina Chlorophyl-a and their related to Primary Productivity in Banda Sea Waters in The La Nina Phenomenon mengetahui daerah potensial penangkapan (Mustikasari et', 2(1), pp. 57–65.
- Wiraatmaja, I. W. 2017. *BAHAN AJAR*. Denpasar.
- Yonvitner. 2007. 'Produktivitas Nelayan, Kapal, dan Alat Tangkap di Wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia', *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)*, 9(2), pp. 254–266.
- Yustiningsih, M. 2019. 'Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung', 4(2).
- Zahara, F. and Fuadiyah, S. 2021. 'Pengaruh Cahaya Matahari Terhadap Proses Fotosintesis', in *Prosiding SEMNAS BIO 2021*, pp. 1–4.
- Zakiyah, D. M. 2014. 'Pengembangan Perikanan Budidaya: Efektivitas Program Minapolitan dalam Pengelolaan Perikanan Budidaya Berkelanjutan di Kabupaten Gresik', 10(4), pp. 453–465.

BAB 7

PENGELOLAAN PERIKANAN BERBASIS OSEANOGRAFI

Oleh Wastu Ayu Diamahesa

7.1 Pendahuluan

Pengelolaan perikanan berbasis oseanografi adalah pendekatan multidisiplin yang mengintegrasikan pengetahuan oseanografi ke dalam pengelolaan perikanan laut yang berkelanjutan. Tinjauan literatur ini mengeksplorasi konsep dasar, metodologi, dan manfaat pengelolaan perikanan berbasis oseanografi, dengan menekankan peran data oseanografi dalam menginformasikan pengambilan keputusan untuk konservasi sumber daya perikanan dan keberlanjutan ekonomi.

Oseanografi sangat erat kaitannya dengan penerapan manajemen perikanan, karena oseanografi memberikan informasi penting tentang aspek fisik, kimia, dan biologi lingkungan laut.

Tantangan dan arah masa depan oseanografi terkait erat dengan penerapan manajemen perikanan. Seiring dengan kemajuan penelitian oseanografi dan munculnya tantangan baru, strategi pengelolaan perikanan harus beradaptasi untuk mengatasi masalah ini secara efektif.

7.2 Hubungan antara Oseanografi dan Manajemen Perikanan

Hubungan antara oseanografi dan manajemen perikanan merupakan kolaborasi multidisiplin yang menggabungkan pengetahuan proses oseanografi dengan manajemen praktis sumber daya laut. Hubungan ini mengakui pengaruh besar dari karakteristik fisik, kimia, dan biologi laut terhadap populasi ikan, habitatnya, dan keberhasilan perikanan. Pengelolaan perikanan berbasis oseanografi adalah pendekatan yang memanfaatkan data dan wawasan oseanografi untuk meningkatkan pemahaman ekosistem perikanan dan meningkatkan strategi pengelolaan. Selain itu diperlukan pengelolaan perikanan berkelanjutan dengan tujuan utama pengelolaan perikanan berbasis oseanografi adalah untuk memastikan keberlanjutan sumber daya perikanan dalam jangka panjang dengan mempertimbangkan interaksi dinamis antara kondisi oseanografi dan populasi ikan.

Adapun aspek-aspek kunci dari hubungan tersebut sebagai berikut:

1. Oseanografi Fisik: Memahami faktor oseanografi fisik seperti suhu, salinitas, dan arus sangat penting untuk memprediksi distribusi, perilaku, dan preferensi habitat ikan. Data oseanografi memungkinkan manajer perikanan untuk mengidentifikasi lokasi dan musim penangkapan ikan yang optimal.
 - a. Suhu laut merupakan faktor kunci yang memengaruhi perilaku, fisiologi, dan distribusi ikan. Data oseanografi fisik membantu manajer perikanan memprediksi distribusi spasial spesies ikan dan pola migrasi mereka berdasarkan gradien suhu.
 - b. Salinitas dan Preferensi Habitat: Salinitas, konsentrasi garam dalam air laut, memengaruhi osmoregulasi ikan dan preferensi habitat. Oseanografi fisik memberikan wawasan tentang variasi salinitas, membantu

mengidentifikasi area pemijahan dan pemberian makan yang kritis untuk spesies ikan yang berbeda.

- c. Arus Laut dan Transportasi Larva: Arus laut memainkan peran penting dalam penyebaran larva ikan, nutrisi, dan organisme mangsa. Pengelolaan perikanan bergantung pada data oseanografi untuk memahami pola arus, yang berdampak pada rekrutmen dan distribusi populasi ikan.
- d. Pasang Surut dan Ketersediaan Nutrisi: Peristiwa upwelling, yang didorong oleh proses oseanografi fisik, membawa air yang kaya nutrisi ke permukaan, sehingga meningkatkan produktivitas primer. Perikanan mendapat manfaat dari pengetahuan tentang lokasi dan waktu upwelling, karena hal ini memengaruhi ketersediaan organisme mangsa dan kelimpahan ikan.
- e. Fenomena dan Variabilitas Iklim: Fenomena iklim berskala besar, seperti El Nino dan La Nina, memengaruhi suhu dan pola sirkulasi laut. Memahami peristiwa ini melalui oseanografi fisik sangat penting untuk mengadaptasi strategi pengelolaan perikanan untuk mengurangi dampaknya terhadap sumber daya perikanan.
- f. Pemetaan Topografi Dasar Laut dan Habitat: Oseanografi fisik membantu dalam memetakan topografi dasar laut dan memahami struktur fisik dasar laut. Informasi ini sangat penting untuk mengidentifikasi habitat ikan yang penting dan merencanakan tindakan konservasi.
- g. Kemajuan Teknologi: Kemajuan teknologi oseanografi fisik, termasuk penginderaan jarak jauh satelit, kendaraan bawah air otonom, dan pelampung, menyediakan data waktu nyata tentang kondisi laut. Teknologi ini memungkinkan manajer perikanan untuk

membuat keputusan yang tepat dengan memantau parameter fisik yang relevan secara terus menerus.

2. Oseanografi Biologi: Oseanografi biologi memainkan peran penting dalam pengelolaan perikanan dengan memberikan wawasan tentang interaksi antara organisme laut, lingkungan, dan dinamika populasi ikan.

Berikut ini adalah hubungan oseanografi biologi dengan pengelolaan perikanan:

- a. Memahami Siklus Hidup Ikan: Oseanografi biologi membantu memahami siklus hidup spesies ikan, termasuk lokasi pemijahan, perkembangan larva, dan pola migrasi. Pengetahuan ini sangat penting untuk menentukan musim penangkapan ikan dan melindungi habitat pemijahan yang kritis.
- b. Produktivitas Primer dan Jaring-Jaring Makanan: Oseanografi biologi mempelajari produktivitas primer di lautan, yang membentuk dasar dari jaring-jaring makanan laut. Bidang ini menyelidiki ketersediaan fitoplankton dan zooplankton, yang merupakan mangsa penting bagi banyak spesies ikan. Manajemen perikanan bergantung pada wawasan ini untuk memperkirakan produktivitas perikanan.
- c. Hubungan Pemangsa-Mangsa: Oseanografi biologi mengeksplorasi interaksi mangsa-pemangsa, termasuk kelimpahan dan distribusi spesies mangsa relatif terhadap populasi ikan. Informasi ini sangat penting untuk memahami sumber daya makanan yang tersedia bagi ikan dan untuk memprediksi pertumbuhan dan kelangsungan hidup mereka.
- d. Pengelolaan Berbasis Ekosistem (EBM): EBM mengintegrasikan data oseanografi biologis untuk mengelola perikanan secara holistik, dengan

mempertimbangkan keseluruhan ekosistem, bukan hanya spesies individu. EBM menekankan saling ketergantungan spesies dan kebutuhan untuk menjaga kesehatan ekosistem demi perikanan yang berkelanjutan.

- e. Perubahan Iklim dan Adaptasi: Oseanografi biologi berperan penting dalam mempelajari dampak perubahan iklim terhadap populasi ikan. Hal ini membantu para manajer perikanan mengantisipasi pergeseran distribusi spesies, perubahan produktivitas perikanan, dan kebutuhan akan strategi pengelolaan yang adaptif.
 - f. Penilaian Sediaan (*Stock Assessment*): Manajemen perikanan menggunakan data oseanografi biologi untuk menilai kesehatan stok ikan. Parameter biologis seperti tingkat pertumbuhan, reproduksi, dan distribusi kelas umur sangat penting untuk menetapkan batas tangkapan dan menentukan tingkat panen yang berkelanjutan.
 - g. Identifikasi dan Perlindungan Habitat: Oseanografi biologi membantu mengidentifikasi dan melindungi habitat ikan yang penting, termasuk tempat pemijahan, pembibitan, dan area makan. Habitat-habitat ini sering kali menjadi fokus tindakan konservasi untuk memastikan keberlanjutan perikanan.
3. Oseanografi Kimia: Oseanografi kimia mempelajari komposisi dan distribusi zat kimia di lautan. Pengetahuan ini sangat penting untuk melacak tingkat polutan, menilai kualitas air, dan memahami dampak faktor kimiawi terhadap kehidupan laut dan sumber daya perikanan.

Berikut ini adalah hubungan antara oseanografi kimia dan pengelolaan perikanan, beserta daftar referensi untuk bacaan lebih lanjut:

- a. Siklus Nutrisi: Oseanografi kimia mempelajari distribusi dan siklus nutrisi penting di lautan, termasuk nitrogen, fosfor, dan mikronutrien. Memahami dinamika nutrisi sangat penting karena nutrisi merupakan pendorong utama produksi primer, yang membentuk dasar jaring-jaring makanan laut. Pengelolaan perikanan bergantung pada data nutrisi untuk memprediksi produktivitas perikanan dan menilai kesehatan ekosistem laut.
- b. Pengasaman Laut: Oseanografi kimia memainkan peran penting dalam memantau dan mempelajari pengasaman laut, yang merupakan konsekuensi dari peningkatan kadar karbon dioksida (CO_2) di atmosfer. Pengasaman laut memengaruhi organisme laut, terutama yang memiliki cangkang atau kerangka kalsium karbonat. Manajemen perikanan perlu mempertimbangkan dampak perubahan kimia laut terhadap spesies yang memiliki nilai ekonomi dan ekologi penting.
- c. Pertumbuhan Alga yang Berbahaya (*Harmful Algal Blooms*): Oseanografi kimiawi terlibat dalam penelitian penyebab dan konsekuensi dari pertumbuhan alga yang berbahaya. Beberapa spesies alga menghasilkan racun yang dapat terakumulasi dalam kerang dan ikan, sehingga menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan sumber daya perikanan. Memantau dan memahami faktor kimiawi yang memicu HAB sangat penting untuk keselamatan publik dan pengelolaan perikanan.
- d. Polusi dan Kontaminan: Oseanografi kimiawi menilai keberadaan polutan dan kontaminan di lingkungan laut. Manajemen perikanan membutuhkan data tentang tingkat polutan untuk menetapkan pedoman konsumsi

makanan laut yang aman dan menerapkan langkah-langkah untuk mengurangi risiko kontaminasi.

- e. Kimia Redoks: Memahami kimia redoks (reduksi-oksidasi) dalam sedimen laut sangat penting untuk menilai ketersediaan nutrisi dan jejak logam. Perubahan kondisi redoks dapat memengaruhi ketersediaan nutrisi penting bagi produsen primer dan, akibatnya, tingkat trofik yang lebih tinggi.
4. Oseanografi Geologi: Oseanografi geologi berfokus pada fitur dasar laut dan pengaruhnya terhadap habitat ikan. Pengetahuan tentang topografi dasar laut membantu mengidentifikasi tempat berkembang biak dan mencari makan yang penting, yang berkontribusi pada pengelolaan perikanan secara spasial. Berikut ini adalah hubungan oseanografi geologi dengan pengelolaan perikanan
- a. Identifikasi dan Pemetaan Habitat: Oseanografi geologi membantu mengidentifikasi dan memetakan habitat ikan yang penting di dasar laut, termasuk area tempat ikan bertelur, mencari makan, dan berlindung. Pengetahuan tentang topografi dasar laut dan komposisi substrat sangat penting untuk pengelolaan perikanan secara spasial dan perlindungan habitat ikan yang penting.
 - b. Identifikasi Ekosistem Laut yang Rentan (VME): Fitur geologis seperti terumbu karang, gunung laut, dan taman karang air dingin adalah habitat penting bagi berbagai spesies ikan. Ekosistem ini sering kali rentan terhadap aktivitas penangkapan ikan. Oseanografi geologi membantu mengidentifikasi dan melindungi VME untuk memastikan konservasi sumber daya perikanan.

- c. Dampak Alat Penangkapan Ikan: Alat tangkap tertentu, seperti pukat dasar, dapat berdampak signifikan pada habitat dasar laut. Oseanografi geologi berkontribusi dalam memahami dampak alat tangkap ikan di dasar laut dan membantu merancang peraturan untuk meminimalkan kerusakan habitat.
- d. Identifikasi Daerah Penangkapan Ikan: Data geologi berkontribusi pada identifikasi daerah penangkapan ikan yang produktif. Pengetahuan tentang fitur dasar laut dan batimetri membantu manajer perikanan dan nelayan menemukan area dengan kelimpahan ikan yang tinggi dan merencanakan operasi penangkapan ikan secara efisien.
- e. Proses Geologi yang Mempengaruhi Perikanan: Oseanografi geologi mempelajari proses geologi yang memengaruhi sumber daya perikanan, termasuk pengangkutan sedimen, erosi, dan pembentukan ngarai dan saluran bawah laut. Memahami proses-proses ini dapat membantu memprediksi perubahan distribusi dan kelimpahan ikan.
- f. Pengelolaan Tata Ruang: Pengelolaan perikanan sering kali melibatkan tindakan spasial, seperti kawasan lindung laut (KKL) dan zona penangkapan ikan tertutup. Data geologi sangat penting dalam menetapkan dan mengelola area-area ini untuk menyeimbangkan konservasi dengan pemanfaatan sumber daya.

7.3 Faktor-faktor Oseanografi Utama

1. Suhu dan Produktivitas: Hubungan antara suhu dan produktivitas dalam ekosistem laut sangat penting untuk pengelolaan perikanan. Suhu memengaruhi distribusi dan perilaku spesies ikan dan memainkan peran penting dalam produktivitas ekosistem laut. Memahami gradien suhu dan

dampaknya terhadap produktivitas primer membantu memprediksi keberhasilan perikanan

Berikut ini adalah hubungan antara suhu dan produktivitas dalam pengelolaan perikanan:

- a. Suhu dan Fisiologi Ikan: Suhu air secara langsung memengaruhi proses fisiologis ikan, termasuk metabolisme, pertumbuhan, dan reproduksi. Manajemen perikanan mempertimbangkan preferensi dan toleransi suhu untuk memprediksi perilaku dan distribusi ikan.
- b. Variasi Musiman: Banyak spesies ikan menunjukkan migrasi musiman yang terkait dengan perubahan suhu. Memahami migrasi ini sangat penting untuk menetapkan musim penangkapan ikan dan batas tangkapan untuk menghindari eksploitasi berlebihan.
- c. Produktivitas Primer: Suhu memengaruhi produktivitas primer, yang merupakan dasar dari jaring makanan laut. Perairan yang lebih hangat sering kali menyebabkan peningkatan pertumbuhan fitoplankton, yang mendukung tingkat trofik yang lebih tinggi, termasuk ikan. Manajemen perikanan mempertimbangkan hubungan ini untuk memperkirakan produktivitas perikanan.
- d. Pemijahan dan Rekrutmen: Suhu memainkan peran penting dalam pemijahan ikan dan perkembangan larva. Manajer perikanan menggunakan data suhu untuk mengidentifikasi habitat dan waktu pemijahan yang kritis untuk melindungi dan meningkatkan rekrutmen.
- e. Perubahan Iklim: Pergeseran suhu yang disebabkan oleh perubahan iklim dapat menyebabkan perubahan distribusi spesies ikan. Manajemen perikanan harus beradaptasi dengan perubahan ini dengan

mempertimbangkan pola perikanan yang berubah dan potensi dampak ekosistem.

- f. Pengelolaan Ekosistem Terpadu: Pengelolaan perikanan semakin mengadopsi pendekatan berbasis ekosistem, dengan mempertimbangkan suhu sebagai salah satu dari banyak variabel dalam model ekosistem. Pendekatan holistik ini bertujuan untuk menyeimbangkan keberlanjutan perikanan dengan kesehatan ekosistem yang lebih luas.

2. Salinitas dan Pemilihan Habitat: Salinitas mempengaruhi fisiologi ikan dan mempengaruhi preferensi habitat mereka. Data oseanografi tentang gradien salinitas membantu mengidentifikasi area pemijahan dan pemberian makan yang kritis. Selain itu, salinitas dan pemilihan habitat merupakan faktor penting dalam pengelolaan perikanan karena mempengaruhi distribusi, perilaku, dan kelangsungan hidup spesies ikan. Memahami hubungan antara salinitas dan pemilihan habitat sangat penting untuk pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Berikut ini adalah hubungan antara salinitas dan pemilihan habitat dengan pengelolaan perikanan, beserta daftar referensi untuk bacaan lebih lanjut:

- a. Preferensi Salinitas: Spesies ikan yang berbeda memiliki preferensi dan toleransi salinitas yang berbeda-beda. Salinitas memengaruhi osmoregulasi, metabolisme, dan kesehatan ikan secara keseluruhan. Manajemen perikanan mempertimbangkan preferensi ini untuk memprediksi distribusi dan kelimpahan ikan.
- b. Habitat Kritis: Beberapa spesies ikan sangat bergantung pada kisaran salinitas tertentu untuk tahap kehidupan kritis, seperti pemijahan atau area pembibitan. Mengidentifikasi dan melindungi habitat ini merupakan

prioritas dalam pengelolaan perikanan untuk memastikan kelangsungan hidup ikan remaja dan keberlanjutan populasi ikan.

- c. Ekosistem Estuaria: Muara, tempat air tawar dari sungai bertemu dengan air asin dari lautan, adalah habitat ikan yang penting. Gradien salinitas di muara menciptakan lingkungan yang beragam yang mendukung berbagai macam spesies. Pengelolaan perikanan sering kali berfokus pada pelestarian habitat estuaria karena kepentingan ekologisnya.
 - d. Pola Migrasi: Perubahan salinitas dapat memicu migrasi ikan. Misalnya, masuknya air tawar dapat menyebabkan pergerakan ikan anadromous (misalnya, salmon) dari laut ke sungai air tawar untuk bertelur. Manajemen perikanan mengatur kegiatan penangkapan ikan untuk melindungi ikan yang bermigrasi selama periode rentan ini.
 - e. Salinitas dan Perubahan Iklim: Perubahan iklim dapat mengubah pola salinitas di daerah pesisir karena pergeseran curah hujan dan kenaikan permukaan air laut. Pengelola perikanan harus mempertimbangkan perubahan ini ketika merencanakan keberlanjutan jangka panjang sumber daya perikanan.
3. Arus dan Transportasi: Arus laut memainkan peran penting dalam mengangkut nutrisi, larva, dan mangsa. Pengetahuan tentang pola arus sangat penting untuk memprediksi penyebaran larva ikan, ketersediaan mangsa, dan pergerakan populasi ikan dewasa. Berikut ini adalah hubungan antara arus dan transportasi dengan pengelolaan perikanan, beserta daftar referensi untuk bacaan lebih lanjut:

- a. **Penyebaran Larva:** Arus laut memainkan peran penting dalam penyebaran larva ikan. Larva sering terbawa arus ke daerah yang berbeda sebelum menetap di habitat remaja. Manajemen perikanan mempertimbangkan pola transportasi larva untuk memahami variabilitas perekrutan dan mengoptimalkan perlindungan area pemijahan dan pembibitan.
- b. **Transportasi Nutrisi:** Arus laut mengangkut nutrisi, fitoplankton, dan zooplankton melintasi ekosistem laut. Arus ini sangat penting untuk menopang dasar jaring makanan laut. Pengelolaan perikanan memperhitungkan ketersediaan spesies mangsa yang dipengaruhi oleh transportasi nutrisi yang digerakkan oleh arus.
- c. **Distribusi Spasial:** Arus laut memengaruhi distribusi spasial populasi ikan. Pengetahuan tentang pola arus membantu manajer perikanan memprediksi pergerakan ikan dewasa dan merencanakan kegiatan penangkapan ikan yang sesuai.
- d. **Fenomena Iklim:** Fenomena iklim berskala besar seperti El Nino dan La Nina dapat mengubah pola arus laut, yang berdampak pada sumber daya perikanan. Manajemen perikanan perlu beradaptasi dengan perubahan kondisi oseanografi yang terkait dengan peristiwa iklim ini.

7.4 Aplikasi dalam Manajemen Perikanan

1. **Memahami Distribusi Ikan:** Oseanografi, khususnya oseanografi fisik, membantu manajer perikanan memahami distribusi spesies ikan. Data tentang suhu, salinitas, dan arus sangat penting untuk memprediksi di mana ikan kemungkinan besar akan ditemukan, yang menginformasikan strategi dan peraturan penangkapan ikan.

2. Manajemen Berbasis Ekosistem (MBE): MBE berbasis oseanografi mempertimbangkan seluruh ekosistem laut, yang mengakui saling ketergantungan antara spesies. mengintegrasikan data oseanografi untuk membuat keputusan berdasarkan informasi yang melampaui pengelolaan spesies tunggal, yang bertujuan untuk menyeimbangkan konservasi dan pemanfaatan sumber daya.
3. Adaptasi Perubahan Iklim: Oseanografi berkontribusi dalam memahami dampak perubahan iklim terhadap populasi ikan dan ekosistem. Manajer perikanan dapat menggunakan pengetahuan ini untuk mengembangkan strategi adaptasi dalam menanggapi perubahan kondisi laut dan pergeseran distribusi ikan.
4. Pengelolaan Spasial: Data oseanografi menginformasikan pembentukan kawasan konservasi perairan dan penutupan penangkapan ikan musiman, mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya sekaligus melindungi habitat dan spesies yang rentan dengan menetapkan zona larang tangkap. Strategi pengelolaan spasial ini membantu melindungi habitat sensitif dan mendorong praktik penangkapan ikan yang berkelanjutan.
5. Pemantauan dan Pengawasan: Teknologi oseanografi, seperti penginderaan jarak jauh satelit dan sensor bawah air, memungkinkan pemantauan kondisi laut secara real-time untuk mendukung strategi manajemen adaptif. Data ini sangat penting untuk menegakkan peraturan penangkapan ikan dan merespons peristiwa lingkungan yang dapat berdampak pada sumber daya perikanan

7.5 Tantangan dan Arah Masa Depan

Berikut ini adalah hubungan antara tantangan dan arah masa depan oseanografi dengan penerapan manajemen perikanan, beserta daftar referensi untuk bacaan lebih lanjut:

1. Perubahan Iklim dan Pergeseran Oseanografi: Oseanografi sangat penting untuk memahami dampak perubahan iklim terhadap lingkungan laut, termasuk perubahan suhu laut, pola sirkulasi, dan distribusi spesies ikan. Manajemen perikanan harus beradaptasi dengan perubahan ini dengan mengembangkan strategi yang memperhitungkan perubahan kondisi laut dan distribusi ikan.
2. Manajemen Berbasis Ekosistem (EBM): Arah masa depan oseanografi menekankan pentingnya EBM, yang mempertimbangkan seluruh ekosistem laut ketika membuat keputusan pengelolaan perikanan. Data oseanografi memainkan peran penting dalam EBM dengan memberikan wawasan tentang dinamika ekosistem dan interaksi antar spesies.
3. Kemajuan Teknologi: Kemajuan teknologi oseanografi, seperti kendaraan bawah air otonom (AUV), penginderaan jarak jauh, dan alat genetik, mengubah kemampuan kita untuk mengumpulkan data tentang ekosistem laut. Teknologi ini memungkinkan pemantauan dan penilaian sumber daya perikanan yang lebih tepat, yang mengarah pada peningkatan strategi pengelolaan.
4. Integrasi dan Pemodelan Data: Oseanografi bergerak menuju pendekatan integrasi dan pemodelan data yang lebih komprehensif. Model-model ini, yang menggabungkan data fisik, kimia, biologi, dan oseanografi, memberikan pandangan holistik tentang ekosistem laut. Manajemen perikanan dapat mengambil manfaat dari model-model terintegrasi ini untuk membuat keputusan yang lebih tepat.

5. Ketahanan dan Konservasi Ekosistem: Tantangan dalam oseanografi, seperti identifikasi ekosistem laut yang rentan (VME) dan memahami ketahanan ekosistem laut, memiliki implikasi langsung terhadap pengelolaan perikanan. Langkah-langkah konservasi bertujuan untuk melindungi habitat penting dan memastikan keberlanjutan sumber daya perikanan dalam jangka panjang.

7.6 Kesimpulan

Pengelolaan perikanan berbasis oseanografi sangat penting untuk mempertahankan perikanan berkelanjutan dalam lingkungan laut yang terus berubah. Dengan mengintegrasikan pengetahuan oseanografi ke dalam strategi pengelolaan, para pemangku kepentingan dapat membuat keputusan berdasarkan informasi yang menyeimbangkan kepentingan ekonomi dengan upaya konservasi, memastikan ketahanan dan umur panjang ekosistem laut. Kemajuan teknologi dalam oseanografi, termasuk penginderaan jarak jauh satelit, kendaraan bawah air otonom, dan pemodelan canggih, menyediakan data waktu nyata dan alat prediksi untuk pengelolaan perikanan. Teknologi ini meningkatkan pengambilan keputusan, menawarkan informasi yang lebih akurat untuk pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Augustyn, J., Cockcroft, A., Kerwath, S., Lamberth, S., Githaiga-Mwici, J., Pitcher, G., ... & Auerswald, L. 2018. Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture: A Global Analysis, Volume II.
- Andersen, K. H. 2019. Fish ecology, evolution, and exploitation: a new theoretical synthesis. Princeton University Press.
- Beamish, R. J., & Rothschild, B. J. (Eds.). 2009. The future of fisheries science in North America (Vol. 31). Springer Science & Business Media.
- Clark, M. R., Koslow, J. A., Pitcher, T. J., Morato, T., Hart, P. J. B., Haggan, N., & Santos, R. S. 2007. Seamounts: ecology, fisheries and conservation. Blackwell Fisheries and Aquatic Resources Series, 12, 361-399
- Cury, P. M., Shin, Y. J., Planque, B., Durant, J. M., Fromentin, J. M., Kramer-Schadt, S., ... & Travers, M. 2008. Ecosystem oceanography for global change in fisheries. Trends in Ecology & Evolution, 23(6), 338-346.
- Emerson, S., & Hedges, J. 2008. Chemical oceanography and the marine carbon cycle. Cambridge University Press.
- Essington, T. E., Beaudreau, A. H., & Wiedenmann, J. 2015. Fishing through marine food webs. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(39), 11884-11889.
- Fasham, M. J. (Ed.). 2003. Ocean biogeochemistry: the role of the ocean carbon cycle in global change. Springer Science & Business Media.
- Finkl, C. W., & Makowski, C. (Eds.). 2016. Seafloor Mapping Along Continental Shelves: Research and Techniques for Visualizing Benthic Environments (Vol. 13). Springer.
- Hansell, D. A., & Carlson, C. A. (Eds.). 2014. Biogeochemistry of marine dissolved organic matter. Academic Press.

- Harris, P., & Baker, E. (Eds.). 2011. Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat: GeoHab Atlas of seafloor geomorphic features and benthic habitats. Elsevier.
- Levin, N., Lechner, A. M., Brown, G., Mörtberg, U. M., Mörtberg, M., Lechner, A. M., & Mörtberg, U. M. 2017. A systematic review of the applications of satellite earth observation in support of terrestrial biodiversity assessment. *Remote Sensing*, 9(8), 871.
- Link, J. S., & Browman, H. I. (Eds.). 2020. Advances in fisheries science: 50 years on from Beverton and Holt. John Wiley & Sons.
- Levin, P. S., Möllmann, C., Lindegren, M., & Matsumura, S. 2018. Population collapses in forage fish: Consequences for recovery. *Proceedings of the Royal Society B*, 285(1883), 20182033.
- Mann, K. H., & Lazier, J. R. 2006. Dynamics of marine ecosystems: Biological-physical interactions in the oceans. Wiley-Blackwell.
- Michel J. Kaiser, Martin J. Attrill, Simon Jennings, and David N. Thomas. 2011. *Marine Ecology: Processes, Systems, and Impacts*.
- McLeod, K. L., & Leslie, H. M. 2009. Why ecosystem-based management. *Ecosystem-based management for the oceans*, 3-12.
- Millero, F. J. 2013. Descriptive oceanography. In *Chemical Oceanography* (pp. 21-74). CRC Press.
- Millero, F. J., Graham, T. B., Huang, F., Bustos-Serrano, H., & Pierrot, D. 2006. Dissociation constants of carbonic acid in seawater as a function of salinity and temperature. *Marine Chemistry*, 100(1-2), 80-94.
- Murawski, S. A., Rago, P. J., & Trippel, E. A. (Eds.). 2001. Large-scale closed areas as a fishery-management tool. American Fisheries Society.

- Platt, Trevor. 2001. Fisheries Oceanography: An Integrative Approach to Fisheries Ecology and Management. 290-291.
- Punt, A. E., Butterworth, D. S., de Moor, C. L., De Oliveira, J. A. A., Haddon, M., Mackinson, S., ... & Winker, H. 2016. Management strategy evaluation: best practices. *Fish and Fisheries*, 17(2), 303-334.
- Pikitch, E. K., Rountos, K. J., Essington, T. E., Santora, C., Pauly, D., Watson, R., ... & Boersma, P. D. 2012. The global contribution of forage fish to marine fisheries and ecosystems. *Fish and Fisheries*, 15(1), 43-64.
- Robinson, A. R., & Brink, K. H. (Eds.). 2005. The global coastal ocean: multiscale interdisciplinary processes (Vol. 11). Harvard University Press.
- Speich, S., Karstensen, J., & McDonagh, E. 2019. Status of regional climate and ecosystems observing Report.
- Wolanski, E. 2019. Estuarine ecohydrology modeling: what works and within what limits?. In *Coasts and Estuaries* (pp. 503-521). Elsevier.

BAB 8

OSEANOGRAFI KONSERVASI

Oleh Risfany

8.1 Pendahuluan

Degradasi adalah konsep kerusakan. Sama halnya pada perairan, dimana terjadi sedimentasi yang berlebihan. Apabila terjadi degradasi habitat atau kerusakan kondisi sumberdaya alam, maka akan mengalami kelangkaan kehidupan lingkungan kemudian arah pengelolaan kawasan perlindungan dan stok ikannya juga akan berubah (Surbakti, 2014).

Oseanografi merupakan ilmu dasar yang mempelajari dinamika faktor fisika, antara lain biologi, kimia, dan geologi pada air laut. Hasil penelitian dari penelitian kelautan akan menjadi masukan utama dan merupakan landasan pengetahuan bagi mekanisme pengelolaan. Namun implementasi dari penelitian dasar ini belum dipahami atau diikuti secara luas.

Kawasan perlindungan laut atau yang kita kenal dengan sebutan konservasi merupakan bagian dari pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut atau yang kita kenal dengan kawasan perlindungan lingkungan hidup. Keberadaan kawasan konservasi ini berperan penting dalam menyeimbangkan eksploitasi dan degradasi sumberdaya alam aktivitas manusia. Kawasan konservasi yang didirikan sendiri di kawasan laut yang dikembangkan oleh pemerintah kota sering disebut dengan kawasan perlindungan laut regional.

Maksud dan tugas kawasan lindungatau konservasi ini adaah untuk melindungi sistem yang masih hidup atau sebagai sistem penyangga kehidupan, melestarikan keanekaragaman flora dan fauna, sebagaimana dalam undang – undang No 31 Tahun

2004 pasal 1 ayat 8 yang mengatur tentang perikanan, yang berarti upaya untuk melindungi, melestarikan, dan memanfaatkan sumberdaya ikan termasuk ekosistemnya untuk menjamin keberadaaan, ketersediaan dan keberlanjutannya. Melestarikan dan meningkatkan mutu, nilai, dan keanekaragaman sumberdaya ikan. Selain informasi mengenai keberadaan organisme laut langka, penetapan kawasan lindung atau kawasan konservasi juga memerlukan informasi mengenai kondisi lingkungan lainnya seperti parameter kelautan atau parameter oseanografi.

Parameter oseanografi merupakan salah satu variabel penting yang menunjang keberhasilan pengelolaan kawasan perlindungan perairan atau kawasan konservasi. Parameter oseanografi dapat mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan organisme di kawasan seperti lamun, terumbu karang, dan organisme terkait.

8.2 Parameter Oseanografi

Tujuan penggunaan parameter oseanografi untuk menentukan kawasan lindung atau kawasan konservasi adalah untuk mengetahui kondisi kawasan yang kondisinya merupakan salah satu data dasar terpenting dalam evaluasi kawasan lindung atau kawasan konservasi di masa depan (universitas 123, 2021).

Ada beberapa parameter yang dibahas sebagai berikut:

8.2.1 Kondisi Parameter Fisik

Kondisi parameter oseanografi adalah arus, suhu, dan padatan tersuspensi (Samawi, 2015).

1. Arus

Saat ini arus merupakan parameter fisik lautan yang berperan dalam distribusi nutrisi dan oksigen terlarut. Arus mempengaruhi pembersihan permukaan karang dari sedimentasi. Arus laut ini disebabkan oleh angin dan pasang surut. Secara umum aliran arus adalah pergerakan massa air secara horizontal dalam skala besar. Arus darat dan lepas

pantai dapat diakibatkan oleh arus laut global yang disebabkan oleh perbedaan pasang surut, gelombang, dan kepadatan air. Peran arus dalam perlindungan perairan dapat didukung oleh pertumbuhan organisme laut.

2. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter terpenting dalam menentukan kawasan lindung atau kawasan konservasi. Suhu ini sangat mempengaruhi proses fisiologis biota laut, khususnya proses metabolisme. Metabolisme yang tinggi dapat menyebabkan kematian organisme laut.

3. Padatan Tersuspensi

Materi tersuspensi merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi proses foto sintesis dan respirasi organisme laut. Semakin tinggi jumlah padatan tersuspensi, maka semakin rendah kemampuan biota laut dalam melakukan fotosintesis dan respirasi yang lama kelamaan dapat berakibat fatal.

8.2.2 Kondisi Parameter Kimia

Adapun yang termasuk dalam kategori parameter kimia adalah sebagai berikut :

1. Salinitas

Salinitas memegang peranan penting dalam kelestarian sumberdaya hayati laut. parameter tersebut dapat mempengaruhi kekuatan osmoregulasi, dimana bila salinitas rendah dapat menyebabkan hipo osmoregulasi pada organisme laut. Hal ini dapat menyebabkan kematian dan mempengaruhi kehidupan di kawasan yang dilindungi.

2. pH

pH atau keasaman mempengaruhi pembentukan senyawa kimia dalam air. Senyawa beracun yang mempunyai sifat toksik pada pH rendah, sedangkan tubuh karang terbentuk selama proses penyortiran sehingga menghasilkan pH tinggi.

Organisme laut membutuhkan pH antara 7-8,5 untuk bertahan hidup.

3. Oksigen Terlaut

Salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan kualitas dalam lingkungan perairan adalah oksigen terlarut. Oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi oksigen dari udara dan fotosintesis tumbuhan di dalam air.

4. Nitrat

Nitrat adalah salah satu bentuk nitrogen yang stabil di air laut. Fitoplankton dan tumbuhan air menggunakan nitrat sebagai sumber nutrisi. Tingginya konsentrasi nitrat di perairan dipengaruhi oleh banyaknya sampah organik yang dibuang ke laut. Nitrat yang berlebihan dapat memicu tumbuhnya fitoplankton dan makroalga sehingga dapat mengganggu kehidupan karang.

5. Fosfat

Fosfat merupakan salah satu bentuk fosfor yang merupakan sumber utama deterjen rumah tangga. Parameter ini merupakan indikator evaluasi kesuburan air.

8.3 Pembagian Laut Berdasarkan Kedalaman

Secara horizontal laut dapat dibagi menjadi empat bagian diantaranya;

1. Zona epipelagis

Zona ini merupakan zona laut dangkal. Ini adalah bagian lautan yang menerima cukup sinar matahari bagi alga untuk berfotosintesis. Zona ini terletak 200 meter di bawah permukaan laut.

2. Zona mesopelagis

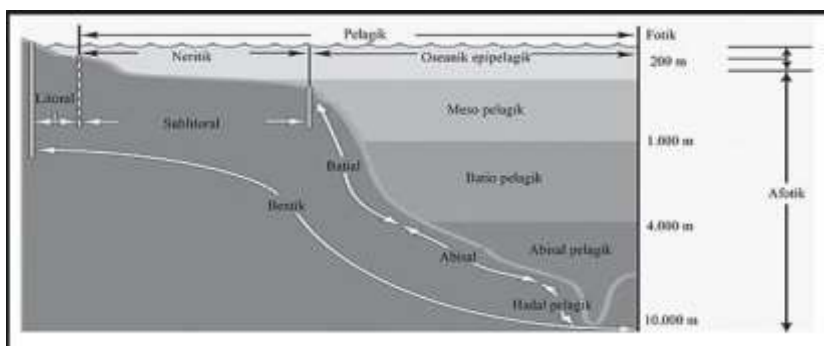
Zona mesopelagis ini terletak di bawah zona epipelagis hingga sinar matahari tidak lagi mencapai lautan. Kedalaman zona mesopelagis adalah 200 – 1000 meter.

3. Zona bathyal

Pada zona ini disebut juga zona laut dalam. Zona ini memanjang di bawah zona mesopelagis hingga kedalaman 4.000 meter. Seluruh zona bathyal hidup dalam kegelapan tanpa cahaya.

4. Zona abysal

Zona ini disebut juga zona jurang maut atau zona laut dalam. Zona ini memanjang dari bawah zona bathyal hingga dasar laut. Zona ini berada jauh di bawah permukaan laut, sehingga tidak ada cahaya sama sekali. Suhu dikawasan ini juga sangat dingin. Kehidupan jarang terjadi di daerah ini.



Gambar 8.1. Zonasi Laut Berdasarkan Kedalaman

8.4 Kawasan Konservasi Perairan

Kawasan konservasi perairan atau kawasan perlindungan perairan adalah kawasan lindung yang dikelola dengan sistem zonasi demi terwujudnya kelestarian stok ikan dan lingkungan hidup. Jumlah kawasan konservasi perairan adalah jumlah luas wilayah kawasan perlindungan perairan dalam jangka waktu tertentu, dinyatakan dalam hektar. Perairan ini terdapat di sepanjang pantai, disekitar terumbu karang, pulau – pulau atau daerah penangkapan ikan di daratan. Tujuan dari kawasan lindung

atau kawasan konservasi ini tidak lain adalah untuk melindungi habitat laut serta kelangsungan hidup manusia.

Pengertian kawasan perlindungan laut dalam Undang – Undang Perikanan No.31 Tahun 2004 dan perubahannya (UU No. 45 tahun 2009) dan Peraturan Pemerintah . Berdasarkan peraturan No. 60 Tahun 2007 tentang perlindungan sumberdaya ikan, yang dimaksud dengan kawasan lindung yang dikelola melalui sistem zonasi untuk terselenggaranya pengelolaan sumberdaya ikan dan lingkungannya secara berkelanjutan.

Rencana pengelolaan dan zonasi berkaitan dengan zonasi. Zonasi kawasan perlindungan perairan atau kawasan konservasi perairan adalah perencanaan teknis pemanfaatan ruang wilayah perairan dengan penetapan batas – batas fungsional sesuai dengan potensi sumberdaya dan daya dukung serta proses ekologi yang terjadi sebagai satu kesatuan ekosistem pesisir (Profil Kawasan Konservasi Perairan Nasional Taman Nasional Perairan Laut Sawu).

Berdasarkan peraturan perundangan yang berlaku (PP No.60 tahun 2007 pasal 17 ayat 4 dan peraturan menteri kelautan perikanan no.17 tahun 2008 pasal 32 tentang kawasan konservasi perairan dapat diperuntukkan atau dimanfaatkan ruangnya dalam empat zona. https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/bkkpn%20kupang/Profil%20Kawasan%20Konservasi%20Perairan%20Nasional_Laut%20Sawu.pdf

Adapun pengelompokan daerah kawasan perlindungan atau kawasan konservasi perairan sebagai berikut:

8.4.1 Zona inti

Zona inti merupakan bagian kawasan perlindungan laut atau kawasan konservasi laut yang kondisi alamnya masih utuh, serta kondisi biota dan fisiknya belum bisa diganggu oleh manusia, dan zona inti ini berfungsi sebagai perlindungan. Zona ini mempunyai kriteria antara lain :

1. Tempat pemijahan ikan dan atau biota air lainnya, tempat bersarang, tempat berkembang biak, tempat mencari makan.
2. Merupakan habitat organisme khas/endemik, langka dan kharismatik.
3. Ekosistem mempunyai ciri – ciri alami dan mewakili biota tertentu yang utuh.
4. Ekosistem pesisir dan pulau – pulau kecil masih utuh dan luas yang cukup untuk menjamin kelangsungan hidup jenis ikan tertentu untuk mendukung pengelolaan perikanan yang efektif.

Zona inti ini berisi tiga habitat utama yang penting yakni terumbu karang, lamun, dan mangrove. Zona inti ini juga merupakan rumah bagi spesies penting yang dilindungi seperti penyu, lumba – lumba. Selain itu zona inti ini juga menjadi zona migrasi bagi ikan dan burung laut.



Gambar 8.2. Zonasi Daerah Konservasi Perairan.

Sumber : <https://batamtoday.com/home/read/151051/KKP-Ungkap-Luas-Kawasan-Konservasi-Perairan-Saat-Ini-Capai-2334-Juta-Ha>

8.4.2 Zona perikanan berkelanjutan

Zona perikanan berkelanjutan adalah kawasan perlindungan perairan atau kawasan konservasi perairan yang lokasi dan kondisinya dapat mendukung kepentingan konvensional zona inti maupun zona fungsional. Kriteria untuk zona penangkapan atau zona perikanan berkelanjutan ini mencakup misalnya;

1. Kawasan yang cukup menjamin terselenggaranya budidaya secara ekologis adalah kawasan penangkapan ikan yang berkelanjutan serta aktivitas sosial ekonomi dan budaya masyarakat.
2. Memiliki banyak jenis kehidupan akuatik dan ekosistemnya.
3. Kondisi perairan masih tergolong baik untuk mendukung berbagai aktifitas tanpa merusak ekosistem aslinya.
4. Memiliki nilai konservasi mendukung pertanian ekologis dan mendukung penangkapan ikan berkelanjutan.

8.4.3 Zona pemanfaatan wisata perairan alam

Zona pemanfaatan wisata perairan alam adalah kawasan yang diperuntukkan bagi kegiatan ilmu pengetahuan dan pendidikan suatu kawasan konservasi yang letak, keadaan dan potensi alamnya penting terutama ditinjau dari segi wisata alam atau kondisi jasa lingkungan. Kriteria untuk zona ini adalah;

1. Memiliki wisata alam berupa perairan dan ekosistem perairan yang indah dan unik.
2. Kawasan yang termasuk dalam kawasan ini cukup luas dan memiliki potensi serta daya tarik baik untuk keperluan wisata maupun rekreasi.
3. Pada hakikatnya merupakan tempat penelitian dan pelatihan yang mendukung kepentingan pelestarian alam.
4. Kondisi perairan relatif baik untuk dimanfaatkan namun tidak merusak ekosistem aslinya.

8.4.4 Zona

Zona lainnya merupakan zona non-inti, zona perikanan berkelanjutan dan juga zona fungsional karena fungsinya ditetapkan sebagai zona spesifik seperti zona konservasi dan zona pemulihan. Pada zona ini dibagi menjadi dua bagian yakni;

1. Zona kearifan lokal

Zona kearifan lokal ini dirancang untuk melindungi kawasan yang memiliki nilai budaya dan tradisional yang signifikan.

2. Zona konservasi cetacea

Zona penyangga ini dirancang untuk melindungi habitat penting seperti paus dan lumba-lumba. Zona ini juga ditujukan untuk pemanfaatan ekologis guna mendukung operasi skala kecil atau tradisional di masyarakat yang menerapkan peraturan peralihan.

Banyak masyarakat yang belum sepenuhnya memahami kawasan lindung atau kawasan konservasi cagar alam laut masih dapat dikunjungi untuk tujuan wisata dan juga kegiatan lain seperti budidaya ikan. Mereka memahami bahwa ketika suatu perairan telah ditetapkan sebagai cagar laut, maka kawasan tersebut akan ditutup dan hanya dapat digunakan untuk tujuan konservasi. Oleh karena itu, gambar dibawah ini merupakan gambaran kawasan lindung sehingga kita dapat memahami dan mendukung kawasan perlindungan laut.



Gambar 8.3. kawasan lindung atau konservasi pada perairan
 Sumber: <https://ann-dk.blogspot.com/2016/03/zonasi-kawasan-konservasi-perairan.html>

DAFTAR PUSTAKA

- <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pen>
<https://ann-dk.blogspot.com/2016/03/zonasi-kawasan-konservasi-perairan.html>
- <https://batamtoday.com/home/read/151051/KKP-Ungkap-Luas-Kawasan-Konservasi-Perairan-Saat-Ini-Capai-2334-Juta-Ha>
- <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/djprl/KKHL/Dokumen%20RP%20dan%20RZ/RPZ%20Serutbar.pdf>
- https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/bkkpn%20kupang/Profil%20Kawasan%20Konservasi%20Perairan%20Nasional_Laut%20Sawu.pdf
- Profil Kawasan Konservasi Perairan Nasional Taman Nasional Perairan Laut Sawu. https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/bkkpn%20kupang/Profil%20Kawasan%20Konservasi%20Perairan%20Nasional_Laut%20Sawu.pdf
- Samawi, Farid Muh. *dkk.* 2015. Parameter Oseanografi Pada Calon daerah Kawasan Konservasi Perairan Laut Kabupaten Luwu Utara. Universitas Hasanudin.
- Subakti, Heron, *dkk.* Dinamika Oseanografi Sebagai Kunci Dalam Menyusun Strategi dalam konservasi Untu Rumusan Pengelolaan Berbasis Ekosistem. Universitas Sriwijaya
- <https://www.kompas.com/sains/read/2021/05/30/190200723/4-zona-kedalaman-laut-beserta-penjelasan>

BAB 9

PENGARUH POLUSI LAUT TERHADAP PERIKANAN

Oleh Nurfitri Rahim

9.1 Pendahuluan

Polusi atau lebih dikenal dengan pencemara laut saat ini masih menjadi masalah besar yang dihadapi oleh berbagai negara dimana laut saat ini dibanjiri dengan dua jenis polusi terbesar yaitu bahan kimia dan sampah. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki Luas lautan 361 juta km² dan daratan 149 juta km² berdasarkan pemantauan sampah Laut Indonesia tahun 2017 yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, menunjukkan bahwa sampah laut di Indonesia didominasi oleh sampah plastik sebesar 41% dari keseluruhan komposisi sampah laut di Indonesia. (KLHK, 2017).



Gambar 9.1. Komposisi Sampah Laut di Indonesia
(Sumber : [KKP | Kementerian Kelautan dan Perikanan](#))

Pencemaran laut di Indonesia menjadi masalah yang serius dan berdampak buruk pada perikanan, terutama pada kehidupan biota laut. Polusi laut yang terus terjadi sangat berpengaruh terhadap sosial ekonomi masyarakat hasil tangkapan nelayan menurun drastis. Selain itu, air limbah yang mengandung patogen, nutrisi, kontaminan, dan padatan dapat menyebabkan pemutihan karang, penyakit, dan kematian bagi karang, ikan, dan kerang. Selain itu, limbah cair dari aktivitas manusia dapat mencemari perairan dan merusak lingkungan perairan dalam hal stabilitas dan keanekaragaman ekosistem. Menurut Asit (2004) dampak polusi laut di Indonesia terbagi menjadi empat kelompok, yaitu Dampak terhadap kehidupan biota laut, dimana apabila suatu perairan terdapat zat ataupun senyawa berbahaya dan dapat menurunkan kadar oksigen dalam perairan tersebut, maka dapat mengurangi atau memperlambat pertumbuhan dan perkembangan biota bahkan dapat membunuh biota laut. Dampak terhadap kualitas air tanah, Dampak terhadap kesehatan, dan Dampak terhadap estetika lingkungan, dimana semakin banyaknya zat organik yang dibuang ke perairan, maka daerah tersebut telah terkena pencemaran dan biasanya akan ditandai dengan bau yang menyengat, serta warna air yang berubah menjadi keruh.

9.2 Jenis-jenis Polusi Laut dan Dampaknya

Pencemaran laut adalah masalah global yang sangat serius dan mempengaruhi kesehatan ekosistem laut serta kesejahteraan manusia. Sebagian besar pencemaran laut disebabkan oleh aktivitas manusia seperti kegiatan industri, pelayaran, dan kegiatan rumah tangga yang terintroduksi ke dalam lingkungan perairan dan menyebabkan terjadinya perubahan sehingga lingkungan laut tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan dan ekosistem maupun keselamatan biota didalamnya (Romimohtarto, 1991).

Jenis-jenis polusi atau pencemaran laut dapat dibedakan menjadi dua yaitu pencemaran pantai dan pencemaran lepas pantai. Pencemaran pantai adalah masalah lingkungan yang terkait dengan kontaminasi dan kerusakan di wilayah perbatasan antara daratan dan laut. Daerah pantai adalah area penting karena berfungsi sebagai habitat untuk berbagai makhluk hidup, termasuk tumbuhan, satwa laut, dan seringkali menjadi tujuan wisata yang berharga. Menurut Eiswerth *dalam* Sukarsono (2003) Pencemaran pantai digolongkan menjadi empat, yaitu

9.2.1 Pencemaran karena limbah industri (*Industrial Pollution*)

Limbah industri terdiri dari empat macam yaitu cair, gas, B3 (bahan berbahaya dan beracun) dan limbah industri padat. Jenis limbah industri ini merupakan sisa- sisa produksi dari pabrik. Limbah industri yang dibuang ke laut atau ke pesisir yang tidak mengikuti standar pengolahan limbah dapat dapat mencemari air laut dan menurunkan kualitas air laut sehingga berdampak pada kehidupan makhluk hidup yang berada pada ekosistem laut dan pantai (Juliansyah, 2020).

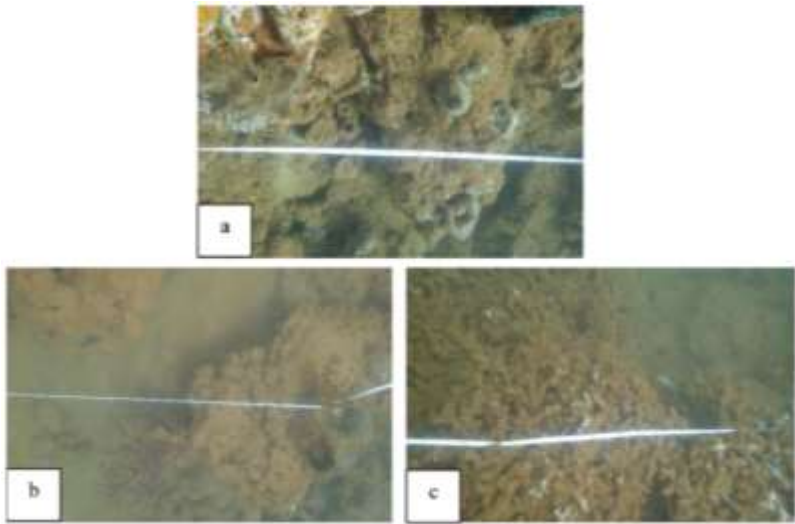


Gambar 9.2. Pembuangan Limbah Industri Pada Daerah Pesisir
(Sumber : publishyourarticles.net)



Gambar 9.3. Pembuangan Limbah Industri Area Luat lepas
(Sumber : National Geographic Society)

Limbah industri dapat memiliki dampak yang serius pada populasi ikan dan ekosistem perairan. Dampak ini bisa bersifat langsung maupun tidak langsung, dan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem laut. Limbah industri mengandung berbagai zat beracun seperti logam berat (misalnya, raksa, timbal, dan kadmium) serta bahan kimia berbahaya (seperti pestisida dan bahan kimia organik berkepanjangan). Ketika limbah ini mencemari perairan, ikan dapat terpapar dan menyerap zat beracun ini. Hal ini dapat merusak organisme dalam tubuh ikan, seperti hati, ginjal, dan sistem saraf, dan berdampak buruk pada kesehatan ikan (athirafitria, 2021). Limbah industri seperti konstruksi pesisir dan penggalian pasir juga dapat merusak habitat dasar laut yang penting bagi ikan untuk mencari makan, bertelur, dan berkembang biak. Dalam beberapa kasus, limbah industri dapat menciptakan endapan lumpur atau partikel padat yang mengendap di dasar laut dan menyumbat terumbu karang dan sumber makanan ikan.



Gambar 9.4. Kondisi Terumbu Karang Yang Tertutup Lumpur
(Sumber : Deniyanto et al, 2022)

9.2.2 Pencemaran Karena Sampah (*sewage pollution*)

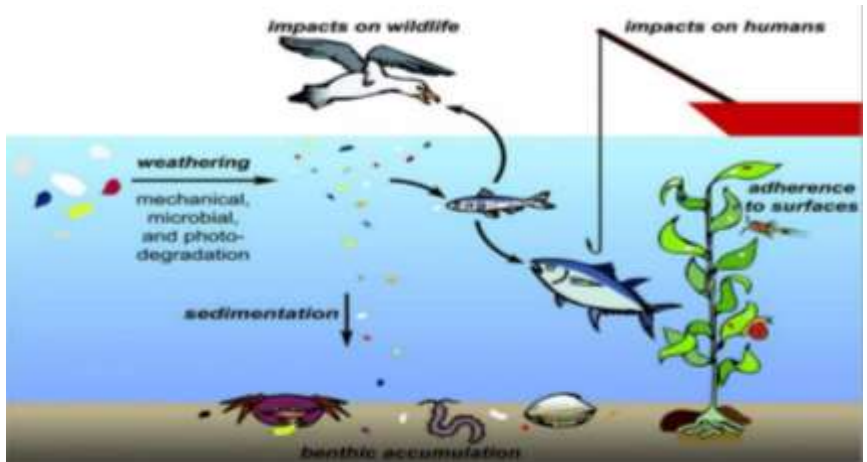
Pencemaran sampah di Indonesia merupakan permasalahan serius yang mengancam lingkungan, kesehatan masyarakat, dan keberlanjutan ekosistem. Pencemaran sampah dalam lair Indonesia merupakan faktor utama permasalahan pencemaran. Sampah yang ada di lautan maupun pesisir bersala dari sampahnyang dihasilkan oleh manusia yang dibuang ke sungai yang selanjutnya mengalir kesungai kemudian selanjutnya bermuara ke laut atau aktivitas manusia yang secara langsung membuang sampah ke laut maupun ke pesisir. Sampah laut adalah segala jenis limbah atau sampah yang terdampar atau tersebar di lingkungan laut, termasuk di perairan laut, pantai, atau dasar laut. Sampah laut dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk aktivitas manusia di daratan dan di laut, seperti aktivitas pelayaran, pariwisata, industri perikanan, dan kegiatan pantai yang sengaja dibuang dan ditinggalkan di lingkungan laut (Zulkarnaen, 2017).

Sampah laut dapat berupa berbagai jenis material, termasuk plastik, kaca, logam, kayu, kain, dan bahan organik. Namun, plastik merupakan salah satu komponen yang paling umum ditemukan di dalam sampah laut. Indonesia sendiri menempati urutan kedua dunia dalam menghasilkan sampah plastik yang dibuang ke laut dengan total 187,2 juta ton (Jambeck, 2015).

Pencemaran sampah di laut memiliki dampak serius terhadap lingkungan maupun biota laut yang ada didalamnya (Yulia, 2006). Berikut adalah dampak dari pencemaran sampah terhadap ekosistem laut.

Sampah yang dibuang ke laut memiliki dampak yang sangat besar terhadap biota laut dan lingkungan maritim secara keseluruhan. Dampak tersebut dapat mempengaruhi ikan, burung laut, penyu, mamalia laut, dan juga habitat mereka.

Sampah yang terapung di permukaan laut dapat menyerupai makanan bagi biota laut, sehingga mereka memakannya dan memakan sampah tersebut. Hal ini dapat menyebabkan cedera internal, gangguan pencernaan, dan bahkan kematian. Selain itu, jaring dan tali plastik dapat mematikan hewan laut akibat perangkapan (entanglement) atau menghambat gerakan mereka. Sampah juga memiliki sifat yang sulit terurai khususnya sampah plastik sehingga sampah tersebut hanya berubah menjadi sampah yang berukuran mikro atau dikenal dengan nama mikroplastik. mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh biota laut dan masuk ke dalam rantai makanan, yang dapat merusak keseimbangan ekosistem laut secara keseluruhan.



Gambar 9.5. Mikroplastik dalam rantai makanan
(Sumber : Lin, 2016)



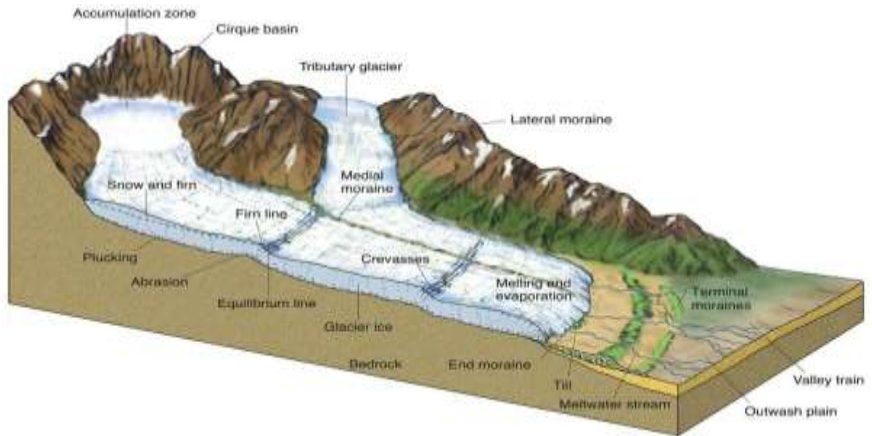
Gambar 9.6. A Rainbow Runner in the North Pacific Gyre that had ingested 18 pieces of plastic
(Sumber : www.scientificamerican.com, 2018)

Kematian biota laut yang disebabkan oleh sampah juga dapat mempengaruhi ekonomi dan kehidupan manusia. Karena ikan dan mamalia laut adalah sumber daya penting bagi banyak komunitas nelayan, kehilangan populasi tersebut dapat mempengaruhi mata pencaharian mereka. Selain itu, pariwisata juga dapat terpengaruh oleh kehilangan biota laut yang menarik wisatawan.

Sampah juga dapat merusak habitat biota laut, seperti terumbu karang dan padang lamun. Terumbu karang dan padang lamun merupakan rumah bagi banyak spesies laut, dan rusaknya habitat tersebut dapat mengakibatkan hilangnya keanekaragaman hayati laut. Sampah yang menumpuk di pantai juga dapat mengganggu sarang penyu dan menghalangi kemampuan mereka untuk bertelur.

9.2.3 Pencemaran Karena Sedimentasi (*Sedimentation Pollution*)

Pencemaran laut akibat sedimentasi adalah kondisi di mana endapan padatan seperti lumpur, pasir, dan tanah dari daratan atau sungai terbawa oleh air hujan atau aliran sungai ke perairan laut (Bakashi, 2008). Endapan tersebut akan mencapai lingkungan laut, dan dapat mengganggu ekosistem laut dengan berbagai cara.



Gambar 9.7. Proses Pencemaran Sedimentasi pada Perairan
(Sumber : ismagustin, 2018)



Gambar 9.8. Sedimentasi Laut
(Sumber : www.marinefinland.fi)

Pertama, sedimentasi dapat menyebabkan pendangkalan di perairan dangkal, mengurangi ketersediaan cahaya matahari untuk organisme fotosintesis, dan mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan laut seperti terumbu karang. Selain itu, partikel-partikel halus dalam sedimen juga dapat membawa zat-zat polutan seperti

pestisida dan logam berat, yang dapat meracuni dan membahayakan organisme laut.

Pencemaran sedimentasi dapat terjadi akibat aktivitas manusia seperti kegiatan pertambangan, pembangunan pelabuhan, pembuangan limbah, dan aktivitas pertanian di sekitar daerah pantai. Dampak pencemaran sedimentasi pada ekosistem laut sangat berbahaya, karena dapat menyebabkan kerusakan pada bentik atau habitat di dasar laut yang dapat mengganggu kehidupan organisme laut, seperti terganggunya pertumbuhan karang dan ganggang laut. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan populasi ikan dan hewan laut yang tinggal di dalamnya.



Gambar 9.9. Kematian Karang Akibat Sedimentasi
(Sumber : Barus *et al*, 2018)

Selain itu, pencemaran sedimentasi juga dapat menyebabkan peningkatan kekeruhan air laut, yang dapat menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air laut dan

mengganggu fotosintesis pada tumbuhan laut. Hal ini dapat berdampak pada kelangsungan hidup organisme laut, seperti plankton, karang, dan ikan, karena fotosintesis merupakan proses penting dalam pembentukan oksigen dan makanan bagi organisme laut.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, dampak pencemaran sedimentasi pada ekosistem laut juga dapat menyebabkan terganggunya siklus nutrisi di laut. Hal ini disebabkan oleh endapan sedimen yang merubah komposisi kimia air laut, sehingga nutrisi yang dibutuhkan oleh organisme laut tidak tersedia secara optimal. Akibatnya, organisme laut akan mengalami kelaparan dan mati. Selain itu, pencemaran sedimentasi juga dapat menyebabkan terjadinya penumpukan bahan kimia beracun di dalam sedimen, seperti logam berat dan pestisida, yang dapat mematikan organisme laut dan merusak ekosistem laut secara keseluruhan.

9.2.4 Pencemaran Karena Kegiatan Pertanian (*Agricultural Pollution*)

Pencemaran pertanian memiliki dampak yang signifikan terhadap ekosistem perikanan. Salah satu dampak utama adalah kontaminasi air oleh bahan kimia seperti pestisida dan pupuk. Sumber utama pencemaran pertanian berasal dari penggunaan pestisida, herbisida, dan pupuk kimia. Bahan-bahan ini dapat mencemari tanah dan air, dan dengan demikian memasuki ekosistem perairan. Selain itu, praktik pertanian yang tidak berkelanjutan seperti penebangan hutan dan penggundulan lahan juga dapat mempengaruhi ekosistem perairan di sekitarnya.

Pencemaran pertanian memiliki dampak yang luas terhadap perikanan dan ekosistem perairan. Praktik pertanian yang tidak berkelanjutan dan penggunaan bahan kimia dalam produksi pertanian dapat menyebabkan pencemaran air, kerusakan habitat, dan ketidakseimbangan ekosistem perikanan.

Pencemaran pertanian dapat mengakibatkan aliran nutrisi seperti nitrogen dan fosfor dari lahan pertanian ke perairan. Kelebihan nutrisi ini memicu pertumbuhan alga yang berlebihan, yang dikenal sebagai eutrofikasi. Pertumbuhan alga yang berlebihan dapat mengganggu transparansi air, menghambat penetrasi cahaya, dan mengurangi jumlah oksigen terlarut di dalam air. Dampak ini dapat mengganggu sistem pernapasan ikan dan organisme air lainnya, serta mengurangi keberagaman hayati di perairan (Smith & Schindler, 2009).



Gambar 9.10. Kematian Ikan disebabkan Blooming Alga
(Sumber : Rezzalera, 2017)

Penggunaan pestisida dan herbisida dalam pertanian dapat mencemari perairan dan mengakibatkan keracunan pada ikan dan organisme air lainnya. Zat-zat kimia ini dapat mengganggu sistem reproduksi, pertumbuhan, dan kesehatan ikan. Selain itu, penggunaan antibiotik dan hormon pertumbuhan dalam budidaya

perikanan juga dapat mencemari perairan dan berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem.

Pencemaran pertanian dapat mengurangi populasi ikan secara langsung maupun tidak langsung. Dampak langsungnya meliputi keracunan ikan dan kerusakan habitat. Dampak tidak langsungnya meliputi penurunan ketersediaan makanan, peningkatan persaingan, dan penurunan keberhasilan reproduksi ikan. Penurunan populasi ikan dapat mengganggu keberlanjutan perikanan dan menyebabkan penurunan ekonomi bagi masyarakat yang bergantung pada perikanan (Carpenter, 1998).

9.3 Pencegahan Terhadap Polusi Laut

Pencegahan pencemaran laut adalah suatu upaya yang sangat penting untuk melindungi ekosistem laut dan memastikan kelangsungan hidup berbagai bentuk kehidupan di dalamnya. Berikut langkah strategis yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya polusi atau pencemaran di perairan.

1. Pengelolaan limbah industri yang efektif adalah kunci untuk mencegah pencemaran laut. Industri harus mengadopsi teknologi bersih dan mematuhi regulasi lingkungan yang ketat. Proses produksi yang menghasilkan limbah beracun atau berbahaya harus ditangani dengan hati-hati untuk menghindari pencemaran laut. Selain itu, sistem pengolahan air limbah industri yang efisien sangat penting (UNINDO, 2013)
2. Penanganan sampah plastik yang tepat adalah langkah krusial dalam mencegah pencemaran laut. Kampanye kesadaran masyarakat mengenai bahaya sampah plastik, serta praktik daur ulang yang ditingkatkan, dapat membantu mengurangi jumlah plastik yang mencapai ekosistem laut. Dukungan dari pemerintah dan organisasi non-pemerintah (LSM) dalam mendukung program

pengelolaan sampah plastik juga penting (Jambeck et al 2015)

3. Penguatan pengawasan dan penegakan hukum terhadap kegiatan ilegal yang dapat menyebabkan pencemaran laut adalah kunci untuk menjaga kelestarian ekosistem laut. Sistem hukum yang kuat dan sanksi yang memadai harus diterapkan untuk mencegah tindakan pencemaran dan merespons cepat jika terjadi pelanggaran (UNCLOS, 1982).
4. Mengelola sumber daya perikanan dengan bijak adalah cara penting untuk mencegah degradasi lingkungan laut. Pembentukan kawasan konservasi laut dan implementasi kuota penangkapan ikan yang berkelanjutan dapat membantu mempertahankan keseimbangan ekosistem laut (Pitcher et al, 2018).

DAFTAR PUSTAKA

- ASIT, A. R., & Wahyono, H. 2004. Strategi pengembangan kegiatan pariwisata di Taman Nasional Kepulauan Wakatobi Sulawesi Tenggara (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Barus, B. S., Prartono, T., & Soedarma, D. 2018. Keterkaitan sedimentasi dengan persen tutupan terumbu karang di perairan Teluk Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 49-57.
- Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., & Smith, V. H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological applications*, 8(3), 559-568.
- Deniyatno, Deniyatno & Armid, Armid. 2022. Status kawasan laut akibat aktivitas pertambangan nikel di Kecamatan Lasolo Kepulauan, Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. *OPHIOLITE : Jurnal Geologi Terapan*. 4. 123. 10.56099/ophiolite.v4i2.37282.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... & Law, K. L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771.
- Juliansyah, Mohammad Ramdan. 2020. Dampak limbah industri pengolahan ikan terhadap lingkungan di Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi 1970-2017:kajian sejarah lingkungan / Mohammad Ramdan Juliansyah. Diploma thesis, Universitas Negeri Malang.
- Kementrian Lingkungan dan Kehutanan. 2017. Pemantauan Sampah Laut. Jakarta.
- Lin, V.S., 2016. Research highlights: impacts of microplastics on plankton. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 18(2), pp.160-163.

- Pitcher, T.J., & Kalikoski, D. (Eds.). 2018. *Tenure in Fisheries and Aquaculture: Theory and Practice*. Dordrecht: Springer.
- Romimohtarto, K. 1991. *Ekosistem Laut dan Pantai*. Gramedia, Jakarta.
- Smith, C. S., & Schindler, D. E. 2009. Eutrophication science: where do we go from here?. *Trends in ecology & evolution*, 24(4), 201-207.
- Sukarsono. 2003. Pencemaran Logam Berat (Hg dan Pb) pada Perairan Laut dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia. Bahan Seminar Jurusan Pendidikan Biologi.
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). 2013. *Cleaner Production and Environmental Management in Industry*. Vienna: UNIDO.
- United Nations. 1982. *United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)*. New York: United Nations.
- Yulia. 2006. *Ilmu Alamiah Dasar*. Universitas Terbuka: Jakarta.
- Zulkarnain, A. 2017. *Identifikasi Sampah Laut (Marine Debris) di Pantai Bodia Kecamatan Galesong, Pantai Karama Kecamatan Galesong Utara, dan Pantai Mandi Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar*. Skripsi. Departemen Ilmu Kelautan. Fakultas Ilmu Kelautan dan perikanan Universitas Hasanuddin. Makasar.

BAB 10

KAITAN OSEANOGRAFI DENGAN AKUAKULTUR

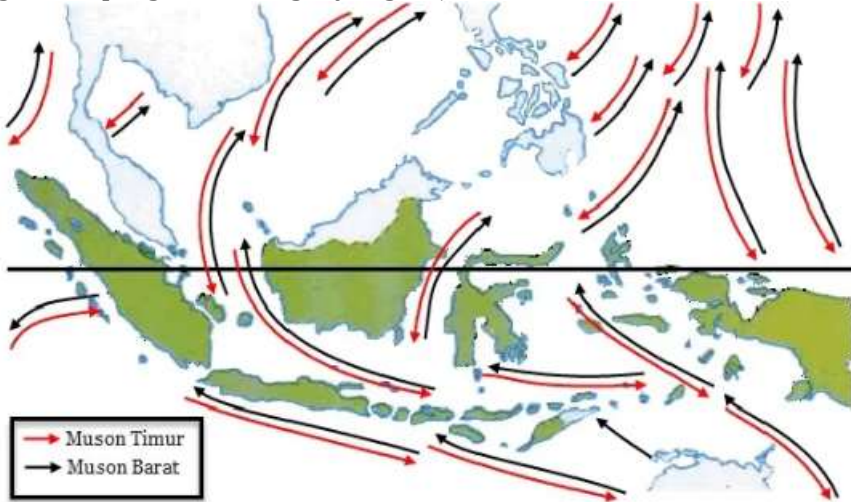
Oleh Sri Wahyuni Firman

10.1 Pendahuluan

Oseanografi merupakan ilmu yang mengkaji tentang fenomena laut dan Samudra. Ilmu ini dapat dikaitkan dengan bidang ilmu lain, seperti akuakultur yang merupakan kegiatan budidaya atau memelihara hewan akuatik yang bernilai ekonomis dalam media terkontrol. Peran pengamatan oseanografi dapat membantu kelangsungan kegiatan budidaya, yang terdiri dari pengamatan meliputi wilayah perairan, batimetri, arus, pasang surut, gelombang, suhu, salinitas dan densitas air laut. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk membandingkan keadaan lingkungan dengan standar mutu hewan akuatik yang akan dibudidayakan nantinya. Faktor oseanografi memiliki peranan penting dalam meningkatkan produksi bagi usaha budidaya perairan laut contohnya termasuk rumput laut (Yunus *et al.*, 2019). Menurut (Bolqiah *et al.*, 2018) Salah satu kunci keberhasilan usaha Akuakultur adalah faktor oseanografi, adapun faktor-faktor oseanografi tersebut adalah kimia, fisika dan aktivitas pergerakan atau biasa juga disebut dinamika perairan (air laut), dimana faktor tersebut harus menjadi pertimbangan utama dalam menentukan dan menetapkan titik lokasi budidaya rumput. Arah pengembangan budidaya juga dapat diterapkan melalui manajemen dan inovasi teknologi dan manajemen budidaya dan studi kelayakan lokasi budidaya.

10.2 Parameter Fisika oseanografi

Parameter Fisika meliputi fenomena fisika yang ada di lautan. Parameter-parameter fisika oseanografi meliputi gelombang, pasang surut, kecerahan, suhu, tekanan arus, angin, daya hantar listrik, densitas dan sifat-sifat fisik lainnya. Berikut gambar pergerakan angin yang terjadi di Indonesia :



Gambar 10.1. Pergerakan angin
(Idzhar, 2022)

1. Angin

Tersedianya area yang terlindungi untuk lokasi budidaya dilihat dari beberapa pengaruh seperti gelombang yang besar dan angin, dalam penentuan lokasi keduanya merupakan parameter yang utama (Beveridge, 1991; Hidayat, 1990; Sade, 2006). Pada usaha budidaya alga jenis rumput laut dan budidaya ikan pada KJA (keramba jaring apung) kondisi perairannya harus berada di perairan yang terhalang atau terlindungi. Tiupan angin dari arah Selatan biasanya terjadi pada musim kering (kemarau) dan sebaliknya pada musim

hujan arah angin sebagian besar bertiup dari arah barat daya dan arah barat.

2. Gelombang

Ombak atau gelombang yang dihasilkan oleh adanya pergerakan angin yang bertiup di atas muka perairan. Menurut (Nybakken, 1992) gelombang turut andil pada proses penyebaran gas atmosfer ke kolom perairan, hal ini memungkinkan tidak terjadi kekurangan gas esensial pada perairan terutama oksigen. Gelombang atau ombak memiliki peran yang sangat strategis dalam usaha budidaya kelompok alga khususnya rumput laut. Adapun tinggi gelombang maksimal untuk kegiatan budidaya rumput laut maksimal 40 cm. Hal ini untuk mencegah kekeruhan perairan yang dapat mengganggu proses fotosintesis dan penyerapan nutrisi sehingga berimbas pada proses pertumbuhan (Aslan, 1991).



Gambar 10.2. Kesesuaian Kawasan budidaya rumput laut (Lechat *et al*, 2014)

Menurut (Beveridge, 1991) gelombang yang tinggi merupakan parameter pendukung yang menjadi pertimbangan pada kegiatan budidaya di Keramba jaring apung. Ketinggian gelombang yang diukur diseluruh lokasi berada pada rentang 0.2 m–0.4 m, yang menunjukkan bahwa seluruh lokasi tersebut terlindungi dari besarnya ancaman ombak. Parameter ketinggian ombak merupakan penentu yang perlu menjadi perhatian. Artinya semakin kecil diameter ombaknya maka semakin terlindung suatu lokasi. Karena seluruh lokasi yang di *monitoring* merupakan daerah terlindungi maka pada titik tersebut nilainya kecil akibat ketinggian gelombang. Pada sistim akuakultur keramba KJA, faktor gelombang/ombak harus dapat diperhatikan karena dapat berpengaruh negatif pada ikan dan juga pada konstruksi keramba jaring apung.

Pengaruh kecepatan arus merupakan salah satu unsur utama yang perlu diukur pada penentuan lokasi, karena arus memiliki posisi strategis dalam keberhasilan budidaya ikan di keramba jaring apung dan rumput laut. Lokasi berarus lemah dan terlalu cepat tidak direkomendasikan untuk lokasi budidaya karena faktor keberhasilannya yang sangat kecil. Selain itu, juga dapat merusak konstruksi wadah, penyebab terlepasnya tallus rumput laut dari simpul ikatan.

3. Arus

Menurut (Nybakken, 1992), arus merupakan gerakan massa air yang berpindah secara horizontal yang disebabkan oleh pergerakan air laut. (Nontji, 1993) menyatakan bahwa arus adalah gerakan mengalir massa air yang terjadi karena berbagai faktor yaitu, kepadatan air laut yang berubah, hembusan angin, pergerakan gelombang yang panjang, serta dapat pula terjadi oleh fenomena pasang surut. Arus berkontribusi dalam penyebaran organisme hidup pada suatu

wilayah maupun antar wilayah. Arus bermanfaat dalam aktivitas diantaranya : sebagai penyuplai nutrisi, pelarut oksigen, penyebar plankton, dan menghilangkan substrat lumpur, detritus dan hasil ekskresi biota perairan lainnya (Prud'homme van Reine & G.C., 2001). Kegiatan budidaya rumput laut berpengaruh pada kuat maupun lemahnya arus (Dahuri, 2003). Dalam pemilihan lokasi budidaya faktor arus harus diutamakan karena berkaitan erat dengan proses sedimentasi dalam perairan yang berimbas pada penetrasi cahaya dalam perairan (Doty, 1985; Sidjabat, 1976) mengemukakan bahwa pada saat turbulensi terjadi proses pertukaran oksigen. Ketersediaan kadar oksigen yang memadai dalam perairan sehingga proses pernafasan rumput laut dapat berlangsung dengan baik dan secara optimal pada malam hari.

Di laut, faktor arus memiliki posisi strategis karena dapat menyebabkan massa air menjadi homogen dan distribusi unsur hara dapat terjadi secara optimal. Pergerakan air akan mengeliminir butiran sedimen dan epifit pada thallus sehingga pertumbuhan alga tidak terhambat. Menurut (Indriani & Sumiarsih, 1991), kecepatan arus yang disarankan untuk budidaya alga bervariasi antara 0,2-0,4 m/s, arus yang cepat dapat menyebabkan kerusakan pada alga seperti pecah, robek atau terlepas dari substrat. Selain itu, penyerapan nutrisi menjadi sulit karena belum sempat diserap. Nutrisi yang dibutuhkan alga diperoleh langsung dari air laut melalui pergerakan air atau biasa disebut arus. Pergerakan air ini berperan dalam menjaga siklus nutrisi yang berguna untuk pertumbuhan. Gerakan arus yang stabil dapat akan menghantarkan nutrisi bagi pertumbuhan rumput laut dan menghilangkan kotoran, substrat asing dan sedimen yang menempel. Disamping itu, jenis alga rumput laut dapat hidup dengan optimal karena mempunyai kemampuan menyerap

unsur hara (makanan) untuk menunjang aktifitas fotosintesis. Tanaman akan kesulitan menyerap berbagai unsur hara (makanan) yang berguna untuk pertumbuhan pada kondisi arus yang kuat (Peteiro C, 2011).

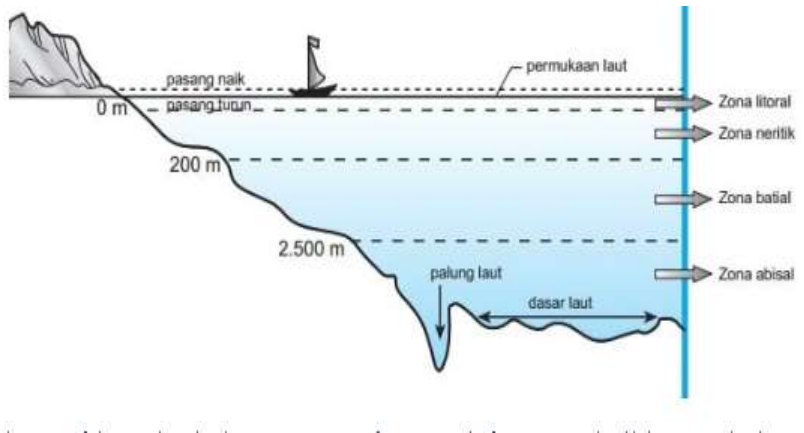


Gambar 10.3. Tipe Perairan Budidaya Rumput taut
(Lechat et al., 2014)

4. Kedalaman

Kedalaman perairan berkaitan erat dengan kadar oksigen terlarut, kesuburan dan produktivitas, unsur-unsur hara, suhu, densitas dan penetrasi cahaya (Hutabarat & Evans, 2008). Kedalaman lautan erat kaitannya dengan pertumbuhan biota yang dibudidayakan atau kultivan dari segi tekanan yang diberikan pada air, karena tekanan air berbanding lurus terhadap kedalaman (Nybakken, 1992). Kedalaman

menentukan tempat tumbuhnya rumput laut karena kedalaman berkaitan dengan penetrasi sinar matahari yang berdampak signifikan terhadap pertumbuhan. Kedalaman laut yang potensial untuk usaha akuakultur perairan kelompok alga dengan jenis *Eucheuma cottonii* berkisar antara 0,3 m sampai dengan 0,6 meter pada saat surut paling rendah dan kedalaman perairan 2-5 meter untuk jenis akuakultur rumput laut dengan metode sistim jalur, metode rawai dan metode rakit apung (Indriani & Sumiarsih, 1991). Kondisi ini untuk mencegah alga mengering dan memaksimalkan paparan sinar matahari.



Gambar 10.4. Tingkat Kedalaman
(Nailufar, 2022)

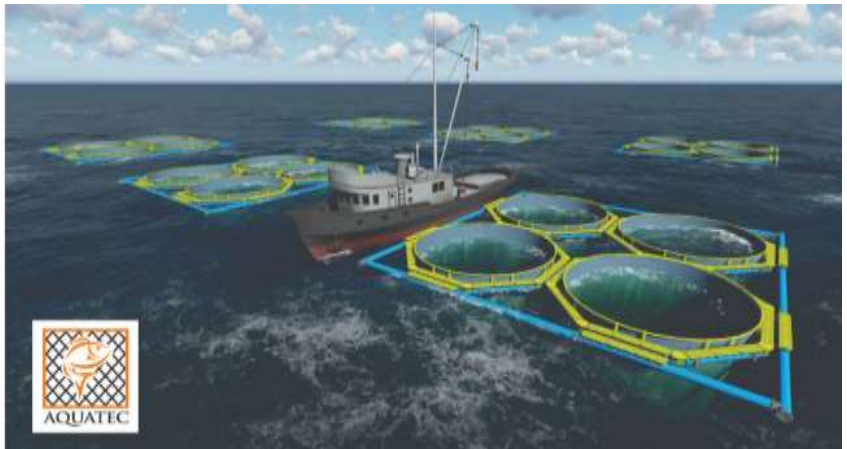
Kedalaman perairan minimum merupakan faktor pembatas dalam budidaya rumput laut, sedangkan kedalaman perairan maksimum tidak dibatasi kaitannya dengan pertumbuhan rumput laut (Hidayat, 1990). Kedalaman areal budidaya harus tetap kurang lebih 0,5 m dari permukaan air pada saat terjadi surut paling rendah. Sebaliknya, jika kedalaman lebih besar dari 10 m dapat menyebabkan biaya

lebih mahal karena bahan dan konstruksi semakin banyak digunakan, dan juga pemasangan di lokasi yang dipilih akan menjadi lebih sulit (Hidayat, 1990). Selain itu, biaya pembersihan rutin menjadi mahal. Dalam budidaya ikan KJA, kedalaman air minimum ditentukan berdasarkan ukuran kantong jaring, perbedaan pasang surut air laut dan jarak minimum antara dasar kantong dengan dasar air. Jika tinggi kantong jaring 3 m, jarak pasang surut 2 m, dan jarak dasar air dengan dasar kantong 2 m, maka kedalaman minimum penempatan KJA setidaknya berada di kedalaman 7 m.

(Ramelan, 1998) menyatakan kedalaman air untuk budidaya ikan di Keramba Jaring Apung harus di atas 8 meter. Pertimbangan kedalaman maksimum juga ditentukan oleh mahalnya bahan konstruksi, biaya operasional yang tinggi dan proses pemasangan sistem KJA yang lebih sulit (Beveridge, 1991). Itu sebabnya kedalaman air KJA sebaiknya tidak lebih dari 15 meter. Selain faktor kedalaman, kondisi substrat dasar perairan juga menjadi salah satu acuan dalam penentuan lokasi budidaya rumput laut dan ikan di KJA. Substrat yang disukai untuk kedua habitat tersebut adalah pecahan karang, karang dan pasir (Sade, 2006; Vairappan & Chung, 2006). Di sisi lain, substrat dengan kombinasi lumpur sebaiknya dihindari, karena berpengaruh besar terhadap kejernihan atau kekeruhan air pada saat gelombang dan arus (Hidayat, 1990).



Gambar 10.5. Keramba Jaring Apung (KJA) untuk Laut Pesisir
(Aquatec, 2018)



Gambar 10.6. Keramba Jaring Apung (KJA) Untuk laut semi-offshore
(Aquatec, 2018)

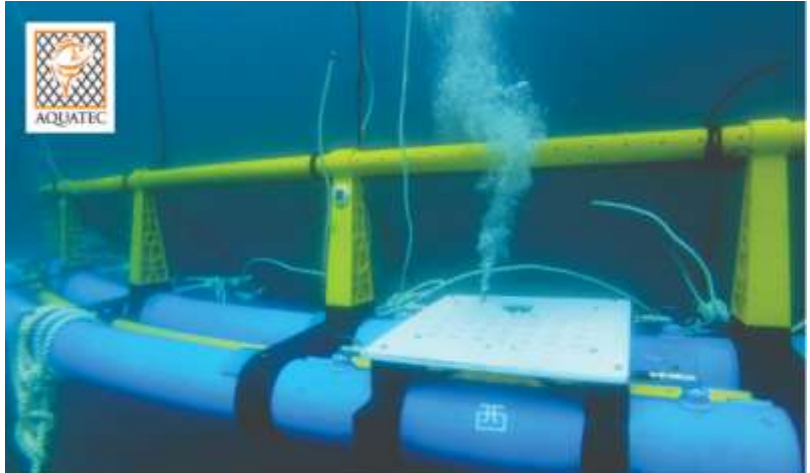
Pada perairan semi-offshore keramba Jaring Apung (KJA) yang biasa digunakan berdiameter 6-10 meter, biasanya berbentuk segi delapan HDPE dengan ketersediaan dan volume air yang memadai dan biasanya digunakan untuk budidaya spesies kelompok ikan pelagis atau sebagai wadah sementara sebelum dipindahkan ke KJA yang ukurannya lebih besar. KJA HDPE berbentuk persegi delapan dapat digunakan di laut dengan tinggi gelombang mencapai 2,5 meter. KJA jenis ini dapat bertahan hingga lebih 25 tahun.



Gambar 10.7. Keramba Jaring Apung (KJA) Untuk laut offshore
(Aquatec, 2018)

Bentuk Keramba jaring apung berbentuk bulat (lingkaran) peruntukan di laut mempunyai diameter 10 meter-60 meter, KJA bulat HDPE membutuhkan pasokan air yg banyak, jenis ini juga cocok untuk membudidayakan kultivan yang terapung (ikan pelagis) seperti kelompok ikan

tuna (sirip kuning dan sirip biru), ikan kakap putih, ikan baronang, kakap merah. KJA Bulat HDPE dapat digunakan di laut lepas dengan tinggi gelombang mencapai 4 meter, ketahanan jenis KJA ini dapat bertahan hingga di atas 25 tahun.



Gambar 10.9. Keramba Jaring Apung (KJA) untuk Laut Offshore Dengan Badai Taifun
(Aquatec, 2018)

KJA offshore submersible adalah jenis KJA lepas pantai berbentuk bulat berteknologi modern yang mampu menghindari badai/angin taifun dengan cara ditenggelamkan di dalam perairan dan kemudian dapat diangkat kembali setelah badai mereda. Disamping untuk mencegah terjadinya angin atau badai, KJA bawah air juga dapat digunakan untuk mencegah terjadinya ledakan plankton/red tide dan mencegah aksi pencurian ikan. Potensial untuk kultivan perenang seperti ikan bawal bintang, ikan baronang, ikan kakap putih, ikan tuna, ikan bandeng dan ikan pelagis lainnya.

5. Kecerahan

Penetrasi cahaya pada kolom perairan bergantung pada tingkat kecerahan air. Transmisi cahaya berkurang ketika konsentrasi partikel tersuspensi di perairan dekat pantai cenderung tinggi akibat fenomena pasang surut dan kedalaman (Hutabarat & Evans, 2008). Cahaya yang jatuh di permukaan air ada yang dipantulkan dan ada pula yang diteruskan ke air. Banyaknya cahaya yang dipantulkan bergantung pada sudut datang sinar dan keadaan air. Air yang selalu bergerak menyebabkan pantulan cahaya menyebar ke segala arah. Cahaya yang melewati kolom perairan sebagian diserap dan sebagian lagi dipencarkan (Sidjabat, 1976). Komoditi rumput laut memerlukan sinar matahari untuk proses fotosintesis (Lobban & Harrison, 1997).

6. Pasang Surut

Fenomena pasang surut ialah naik turunnya permukaan air laut secara berirama akibat dari bulan dan matahari terjadi gaya tarik (Nybakken, 1992). Pasang surut tidak ada kaitan langsung dengan aktifitas akuakultur namun lebih kepada penentuan kedalaman suatu perairan yang akan dijadikan lokasi budidaya. terhadap kegiatan pertanian, namun berpengaruh terhadap penentuan kedalaman badan air. Manfaat dari mempertimbangkan fenomena pasang surut pada usaha budidaya rumput laut adalah dapat terhindar dari kekeringan pada daerah tersebut. Lokasi budidaya rumput laut harus berada di bawah air minimal pada kedalaman 30-60 cm saat air surut. Keuntungan dari air yang tergenang adalah penyerapan unsur hara dapat terjadi berkesinambungan dan rumput laut terlindungi dari dampak paparan sinar matahari secara langsung (Winarno, 1990).

10.2 Parameter Kimia oseanografi

1. Total Solid Suspended(TSS)

Total Solid Suspended (TSS) adalah limbah hasil pertanian dan kolam organik dan anorganik yang berasal dari erosi tebing dan dasar sungai, limbah industri, bangunan rumah tangga yang semuanya dapat terakumulasi di kolom perairan. Padatan tersuspensi di perairan bisa dalam bentuk lumpur, pasir, koloid, tanah liat dan bahan organik lainnya (Effendi, 2003). Komposisi dan konsentrasi dan MPT beragam secara temporal dan spasial bergantung pada faktor fisik yang mempengaruhi distribusi MPT, khususnya siklus air, pengendapan, dan sedimen tersuspensi. Faktor yang paling mendominasi adalah pergerakan air atau sirkulasi (Wardjan, 2005).

2. Salinitas

Menurut (Nybakken, 1992). salinitas adalah jumlah garam terlarut dalam satu kilogram air laut dan dinyatakan dalam satuan per seribu. Selain itu, ditemukan berbagai garam, terutama NaCl, yang larut dalam air laut, dan ada juga garam magnesium, kalium, dan lain-lain (Nontji, 1993)(Nontji, 1993). Kebanyakan makroalga atau rumput laut kurang toleran terhadap perubahan salinitas (Prud'homme van Reine & G.C., 2001). Selain itu, spesies *Eucheuma cottonii* atau *K. alvarezii* merupakan spesies rumput laut stenohaline. Rumput laut ini tidak tahan terhadap salinitas yang fluktuatif, Selain mempengaruhi proses osmoregulasi pada rumput laut, salinitas yang cenderung tinggi juga akan menghambat laju pertumbuhan rumput laut. Salinitas 30-37 ppt sangat ideal untuk dilakukan budidaya rumput laut.

3. Suhu

Suhu memiliki peran penting dan strategis dalam mengendalikan proses fisiologis dan distribusi organisme di laut (Nybakken, 1992). Suhu air beragam secara horizontal (garis lintang) dan secara vertical (garis bujur) ke atas berdasarkan kedalaman air (Lobban & Harrison., 1997). Besaran Suhu Permukaan Lautan (SPL) di Indonesia biasanya bervariasi antara 28°C -31°C. SPL dipengaruhi oleh kondisi cuaca seperti intensitas curah hujan dan sinar matahari, evaporasi, kelembaban, kecepatan angin. Oleh karena itu, SPL umumnya mengikuti pola aliran musiman (Nontji, 1993). Suhu adalah satu faktor penentu Analisa kesesuaian habitat rumput laut atau kelompok alga lainnya. Menurut (Aslan, 1991) suhu yang baik untuk pertumbuhan *Eucheuma cottonii* adalah 27°C - 30°C.

4. Nitrat (NO_3)

Nitrat (NO_3) ialah bentuk asli dari nitrogen di perairan alami dan merupakan sumber makanan bagi laju tumbuh rumput laut. Nitrat larut dengan baik dalam air dan cenderung lebih stabil. Nitrat juga dapat dimanfaatkan untuk mengklasifikasikan kesuburan air. Konsentrasi nitrat 1-5 mg/l di perairan mesotrofik, 0-5 mg/l di perairan oligotrofik dan 5-50 mg/l di perairan eutrofik (Effendi, 2003) Laju pertumbuhan rumput laut akan optimal bila perairan kaya akan fosfat dan nitrat. Menurut (Aslan, 1991) Produktifitas rumput laut dipengaruhi oleh kandungan fosfat dan nitrat perairan. Berbagai jenis rumput laut membutuhkan konsentrasi nitrat yang bervariasi untuk tumbuh dan berkembang. Jenis fitoplankton membutuhkan konsentrasi nitrat 0,9-3,5 ppm untuk laju tumbuh yang optimal, namun bila konsentrasi dan kandungan nitrat di bawah 0,1 atau di atas 4,5 ppm, maka nitrat tersebut akan menjadi unsur pembatas (Sulistijo, 1996).

5. Fosfat

Tumbuhan di perairan membutuhkan fosfor (P) dalam bentuk ion fosfat (PO_4^-) yang disebut unsur hara atau unsur hara makro untuk melangsungkan pertumbuhan. Pelapukan batuan mineral dan penguraian bahan organik merupakan sumber alami fosfat dalam air. Sumber fosfor antropogenik berasal dari limbah domestik, industri dan hasil-hasil industri pertanian (Hutabarat & Evans, 2008). Beberapa jenis tipe perairan berdasarkan jumlah kandungan fosfat perairannya, yaitu: fosfat di bawah 0,02 ppm dalam air berarti kesuburannya rendah, perairan dengan fosfat antara 0,021 ppm hingga 0,05 ppm tingkat kesuburan cukup subur dan kandungan fosfat 0,051 ppm sampai 1,00 ppm berarti tingkat kesuburannya baik. Kandungan Fosfat dapat menjadi faktor pembatas dengan rentang fosfat optimum untuk laju tumbuh rumput laut adalah berkisar antara 0,051 sampai dengan 1,00 ppm (Indriani & Sumiarsih, 1991).

6. pH

Kandungan ion hidrogen pada suatu larutan dapat dijadikan indikator ukuran derajat keasaman. pH memperlihatkan aktivitas ion hidrogen pada suatu larutan atau konsentrasi ion hidrogen (mol/l) pada suhu tertentu, yaitu $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$. Kandungan pH erat hubungannya dengan produktivitas perairan karena dapat mempengaruhi masa hidup mikroorganisme (Nybakken, 1992).

Derajat Keasaman atau biasa dikenal dengan istilah pH merupakan besaran konsentrasi ion hidrogen dan memperlihatkan suatu perairan cenderung bersifat asam ataukah cenderung bersifat basah dalam reaksi-reaksinya (Wardoyo, 1975). Derajat keasaman (pH) memiliki pengaruh yang cukup dominan terhadap organisme di perairan, oleh

karena itu digunakan sebagai indikator dalam menilai baik atau buruknya suatu perairan dan namun tetap bergantung pada faktor-faktor lainnya. Menurut (Aslan, 1991) Rentang kadar pH yang cocok untuk pertumbuhan rumput adalah yang cenderung bersifat basah, sedangkan rentang pH yang paling cocok untuk pertumbuhan rumput adalah 7,0-8,5.

7. Oksigen Terlarut (DO)

Semua organisme memerlukan oksigen terlarut untuk respirasi, aktivitas metabolisme menghasilkan tenaga untuk mendukung laju tumbuh dan perkembangbiakan. Oksigen terlarut adalah konsentrasi O_2 terlarut dalam perairan sebagai komponen penting dalam metabolisme makhluk hidup perairan maupun kultivan budidaya dan digunakan untuk pertumbuhan, produktivitas rumput laut, dan pertumbuhan pada organisme lainnya (Lobban & Harrison., 1997). Elemen faktor yang dapat menurunkan kandungan oksigen air laut antara lain peningkatan suhu air, pernapasan malam hari, keberadaan lapisan zat minyak yang terdapat pada permukaan laut, dan adanya sampah organik yang dengan sangat mudah terurai yang masuk ke zona lingkungan laut. Secara umum Alga jenis *Eucheuma cottonii* memerlukan 2-4 ppm oksigen terlarut pada perairan, namun pertumbuhannya lebih optimal bila O_2 terlarut lebih dari 4 ppm (Indriani & Sumiarsih, 1991).

DAFTAR PUSTAKA

- Aquatec. 2018. *Mengenai Ragam Keramba Jaring Apung dan Jaring Budidaya*. AQUATEC. https://aquatec.co.id/index.php?page=single_workshop&workshopId=96
- Aslan, L. M. 1991. *Budidaya rumput Laut*. Kanisius.
- Beveridge, M. 1991. *Cage Aquaculture, Fishing News Books*. Elsevier.
- Bolqiah, S., Ode, L., & Afu, A. 2018. Hubungan Faktor Oseanografi Terhadap Pertumbuhan Kabupaten Buton Tengah. *Jurnal Biologi Tropis*, 3(1), 25–36.
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut; Aset Pembangunan Berkelanjutan*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Doty, M. S. 1985. *Eucheuma alvarezii* sp.nov (Gigartinales, Rhodophyta) from Malaysia. In A. I. A. and J. N. Norris (Ed.), *Taxonomy of Economic Seaweeds* (pp. 37–45). California Sea Grant College Program.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumberdaya Hayati Lingkungan Perairan*. Kanisius.
- Hidayat, A. 1990. *Budidaya Rumput Laut*. Usaha Nasional.
- Hutabarat, S., & Evans, S. M. 2008. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia Press.
- Idzhar, F. 2022. *Mengapa Indonesia Beriklim Tropis*. Bumiayu.Id. <https://www.bumiayu.id/mengapa-indonesia-beriklim-tropis.html>
- Indriani, H., & Sumiarsih, E. 1991. *Budidaya, Pengelolaan dan Pemasaran Rumput Laut*. Penebar Swadaya.
- Lechat, A. B., Runtuboy, N., Maro, H. J., M., D., Subair, B., Sabu, E. S., Hanawi, Fahrul, Badrudin, Syam, R. R., Marzuki, A., Marius, J. A., Abdullah, H., Julianto, B. S., Efendi, N., L., S. Y., Cokrowati, N., Hidayat, R., Darwis, ... Sutarto, A. Y. C. 2014. *Budidaya Rumput Laut - Kotoni (Kappaphycus alvarezii), Sacol (Kappaphycus striatum) dan Spinosum (Eucheuma denticulatum)*. WWF-Indonesia.

- Lobban, C. S., & Harrison, P. J. 1997. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge University Press.
- Nailufar, N. N. 2022. *Zona Laut Berdasarkan Kedalamannya*. Kompas.
<https://www.kompas.com/skola/read/2020/04/12/120000869/zona-laut-berdasarkan-kedalamannya?page=all>
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Peteiro C, F. Ó. 2011. Effect of water motion on the cultivation of the commercial seaweed *Undaria pinnatifida* in a coastal bay of Galicia, Northwest Spain. *Aquaculture*, 314, 269–276.
- Prud'homme van Reine, W. F., & G.C., T. J. 2001. Plant Resources of Southeast Asia 15(1). In *Cryptogams: Algae* (Vol. 15, Issue 1). Backhuys Publishers.
- Ramelan, H. 1998. *Pengembangan budidaya ikan laut di Indonesia dalam: Kumpulan makalah seminar teknologi perikanan pantai. Denpasar, 6–7 Agustus 1998*. 1–37.
- Sade, A. 2006. Seaweed industry in Sabah, East Malaysia. In *Advances in Seaweed Cultivation and Utilization in Asia*. In C. A. and A. P. Moi SP. (Ed.), *Proceedings of a workshop 7th Asian Fisheries Forum* (pp. 41–52). Mari-time Research Centre, University of Malaya.
- Sidjabat, M. M. 1976. *Pengantar Oseanografi*. Institut Pertanian Bogor.
- Sulistijo. 1996. *Perkembangan Budidaya Rumput Laut di Indonesia. Dalam: Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

- Vairappan, C., & Chung, C. 2006. Seaweed farming in Malaysia: Challenges. In advances in seaweed cultivation and utilization in Asia. In C. A. and A. P. Moi SP. (Ed.), *Proceedings of a workshop 7th Asian Fisheries Forum, Malaysia* (pp. 161–169). Maritime ResearResearch Centre, University of Malaya.
- Wardjan, Y. 2005. *Seleksi Lokasi dan Estimasi Daya Dukung Lingkungan Perairan Untuk Budidaya Ikan Kerapu dalam keramba jaring apung di Kab. Barru*. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Wardoyo, S. T. 1975. *Kriteria Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. Dapertemen Tata Produksi Perikanan*. Fakultas Pertanian. IPB.
- Winarno, F. G. 1990. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan.
- Yunus, A., R., Budi, S., & Salam, S. 2019. Analisis Kelayakan Lokasi Budidaya Metode Karamba Jaring Apung Di Perairan Desa Pulau Harapan Sinjai. *Journal of Aquaculture and Environment*, 2(1), 1–5.

BAB 11

TEKNOLOGI OSEANOGRAFI DALAM PENELITIAN PERIKANAN

Oleh Fajriah

11.1 Pendahuluan

Perkembangan teknologi oseanografi telah memberikan dampak yang signifikan dalam bidang penelitian perikanan. Teknologi ini memungkinkan ilmuwan dan peneliti untuk memahami lebih dalam tentang ekosistem perairan, perilaku ikan, dan dinamika lingkungan laut. Dalam buku ini, kita akan menjelajahi berbagai cara di mana teknologi oseanografi digunakan dalam penelitian perikanan untuk meningkatkan pemahaman kita tentang sumber daya ikan dan konservasi perikanan.

Teknologi oseanografi telah mengubah cara kita memahami dan mengelola sumber daya perikanan. perkembangan dalam bidang ini telah memberikan kontribusi penting dalam penelitian perikanan dan upaya konservasi. Dengan terus mengintegrasikan teknologi oseanografi dalam penelitian perikanan, kita dapat lebih efektif dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan dan menjaga keberlanjutan sumber daya ikan.

11.2 Peran Utama Teknologi Oseanografi Dalam Penelitian Perikanan

Teknologi oseanografi memiliki peran yang sangat penting dalam penelitian perikanan. Dengan memanfaatkan berbagai alat dan metode yang tersedia dalam bidang oseanografi, para ilmuwan dan peneliti dapat mendapatkan pemahaman yang lebih dalam

tentang ekosistem perairan dan perilaku ikan. Berikut adalah beberapa peran utama teknologi oseanografi dalam penelitian perikanan.

11.2.1 Pemahaman Lingkungan Laut

Teknologi oseanografi memainkan peran yang sangat penting dalam pemahaman dan pemantauan lingkungan laut. Oseanografi adalah ilmu yang mempelajari segala aspek lautan, termasuk fisika, kimia, biologi, dan geologi laut. Teknologi telah mengubah cara kita mengumpulkan data, menganalisisnya, dan memahami ekosistem laut. Berikut adalah beberapa peran utama teknologi oseanografi dalam pemahaman lingkungan laut:

1. Pemantauan Lingkungan Laut Secara *Real-Time*

Teknologi seperti perangkat pengamatan jarak jauh, boya apung, dan stasiun pengumpulan data otomatis (*Automatic Weather Stations*) memungkinkan para ilmuwan untuk memantau lingkungan laut secara *real-time*. Data yang dikumpulkan dari berbagai lokasi dan kedalaman memberikan gambaran yang lebih akurat tentang kondisi laut, termasuk suhu, salinitas, arus, gelombang, oksigen terlarut dan kondisi cuaca laut. Data ini membantu dalam mengidentifikasi perubahan yang mungkin memengaruhi kehidupan ikan dan biota perairan lainnya (Moira, Luthfi and Isdianto, 2020) , seperti perubahan suhu air yang dapat mempengaruhi pola migrasi ikan atau penurunan kualitas air yang dapat membahayakan kesehatan ikan (Sinaga1, Muhtadi1 and Bakti1, 2002). Teknologi pemantauan laut secara *real time* saat ini tengah dikembangkan oleh penulis dengan mengkoneksikan sistem kerja teknologi lampu celup bawah air atau *Underwater Fish Lamp Plus* (UFL+) dengan berbagai sensor pembaca data oseanografi atau *Automatic Oseanografi Station* (AOS) dengan memberikan data secara real time, sebagaimana pada Gambar 1. Teknologi ini selain mampu menarik perhatian ikan melalui intensitas cahaya yang disukai ikan juga memberikan data

parameter oseanografi pada lingkungan sekitar pemasangan alat penangkapan ikan yang dapat bekerja secara *online* maupun *offline*.



Gambar 11.1. Sistem Perakitan Konektivitas UFL+ dan AOS

2. Pemahaman Iklim Global

Oseanografi membantu dalam pemahaman iklim global dengan melacak perubahan suhu dan sirkulasi laut yang memengaruhi pola cuaca dan iklim di seluruh dunia. Teknologi seperti satelit pemantauan iklim membantu mengumpulkan data tentang

perubahan suhu permukaan laut, pola aliran termal, dan perubahan massa es laut. Teknologi satelit dimanfaatkan sebagai teknologi penginderaan jauh untuk mengetahui sebaran parameter oseanografi secara visual. Teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk mengkaji daerah potensial penangkapan ikan (Elasari, Perdanawati and Mauludiyah, 2022).

3. Penelitian Ekosistem Laut

Teknologi oseanografi memungkinkan penelitian mendalam tentang ekosistem laut, termasuk organisme hidup dan interaksi mereka dengan lingkungan. Robot penyelam (ROV) dan kendaraan bawah air (AUV) digunakan untuk menjelajahi kedalaman laut yang sulit diakses oleh manusia. Data yang diperoleh membantu pemahaman tentang keanekaragaman hayati, rantai makanan, dan dinamika populasi dalam ekosistem laut (Baransano and Mangimbulude, 2018).

4. Pemahaman Geologi Laut

Teknologi oseanografi membantu dalam memahami geologi dasar laut, termasuk struktur dasar laut, pegunungan bawah laut, dan batuan dasar laut. Penggunaan sonar multibeam dan pemetaan seismik laut membantu mengungkapkan rincian geologis yang tidak terlihat dari permukaan (Fahreza and Ali, 2020).

5. Manajemen Sumber Daya Laut

Teknologi oseanografi berkontribusi pada manajemen yang lebih baik terhadap sumber daya laut, seperti perikanan dan energi terbarukan seperti energi pasang surut dan energi panas bumi. Pemahaman tentang pergerakan dan distribusi spesies ikan, dinamika arus laut, dan kondisi oseanografi membantu dalam pengambilan keputusan yang berkelanjutan.

6. Pemantauan Pencemaran Laut

Teknologi oseanografi digunakan untuk mengidentifikasi dan memantau sumber pencemaran laut, termasuk polusi kimia, minyak, dan limbah. Pemantauan ini membantu pemerintah dan lembaga lingkungan untuk merespons dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan laut. Salah satu teknologi oseanografi yang dapat digunakan untuk melakukan pemantauan pencemaran laut adalah Sensor Bawah Air (*Underwater Sensors*), yakni Sensor yang ditempatkan di bawah air dapat mengukur parameter seperti suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, dan konsentrasi bahan kimia tertentu. Data dari sensor ini dapat memberikan pemahaman lebih baik tentang kualitas air dan mengidentifikasi perubahan yang terkait dengan pencemaran. Contoh sensor yang dapat mendeteksi konsentrasi bahan kimia dalam air laut adalah *Sensor Fluoresensi*, yakni Sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi konsentrasi senyawa organik tertentu dalam air laut. Banyak senyawa organik menghasilkan fluoresensi ketika terkena cahaya, dan sensor ini dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi senyawa-senyawa tersebut (Baransano and Mangimbulude, 2018).

7. Pengembangan Ramalan Bencana

Oseanografi juga membantu dalam pengembangan sistem peringatan dini untuk bencana alam seperti tsunami dan badai tropis. Pemantauan cuaca laut dan pergerakan gelombang laut membantu mengidentifikasi ancaman potensial dan memberi waktu yang lebih lama bagi pihak berwenang untuk merespons.

Dalam keseluruhan, teknologi oseanografi telah mengubah cara kita memahami dan melindungi lingkungan laut. Penggunaan teknologi canggih membantu kita mengumpulkan data yang lebih baik, menganalisisnya dengan lebih akurat, dan mengambil

langkah-langkah proaktif untuk menjaga keberlanjutan dan kesehatan ekosistem laut.

11.2.2 Pemetaan Habitat

Dengan menggunakan sonar multibeam dan pinger akustik yang terpasang pada kapal penelitian, para ilmuwan dapat melakukan pemetaan yang mendetail terhadap habitat bawah permukaan laut. Hal ini membantu mengidentifikasi struktur bawah laut seperti terumbu karang, gunung bawah laut, dan lembah yang menjadi tempat bersembunyinya berbagai jenis ikan.

Teknologi oseanografi memainkan peran yang sangat penting dalam pemetaan habitat di lingkungan laut. Pemetaan habitat laut merupakan langkah kunci dalam pelestarian dan pengelolaan ekosistem laut, serta dalam pemahaman tentang keanekaragaman hayati dan dinamika lingkungan laut secara keseluruhan (Anggoro *et al.*, 2020). Berikut adalah beberapa peran utama teknologi oseanografi dalam pemetaan habitat:

1. Pemetaan Topografi Dasar Laut

Teknologi seperti sonar multi beam dan side scan sonar digunakan untuk menghasilkan pemetaan topografi dasar laut dengan resolusi tinggi. Data ini membantu mengidentifikasi fitur-fitur seperti pegunungan bawah laut, palung, terumbu karang, dan dasar laut berbatu, yang merupakan habitat penting bagi berbagai spesies.

2. Pemetaan Terumbu Karang dan Ekosistem Karang

Terumbu karang adalah habitat yang kaya biodiversitas, tetapi juga rentan terhadap kerusakan. Teknologi pemetaan seperti citra satelit dan pemetaan menggunakan drone udara membantu mengidentifikasi dan memantau kesehatan terumbu karang, distribusi spesies, dan perubahan lingkungan (Aldin, Prasetyo and Helmi, 2019).

3. Pemetaan Ekosistem Laut Dalam

Teknologi kendaraan bawah air (AUV) dan robot penyelam (ROV) digunakan untuk menjelajahi habitat laut dalam yang sulit diakses. Mereka dapat membantu dalam pemetaan gunung bawah laut, ekosistem zona batial, dan ekosistem hadal di dasar laut yang dalam.

4. Pemetaan Hidrografi

Pemetaan sifat fisika laut seperti suhu, salinitas, kecepatan arus, dan variasi aliran permukaan laut sangat penting dalam pemahaman tentang habitat laut. Teknologi seperti boya pengumpul data dan kapal pengumpul data memungkinkan pengukuran yang terus-menerus dari parameter-parameter ini.

5. Pemantauan Pergerakan Spesies

Teknologi pelacakan satelit dan penandaan elektronik (seperti tag yang ditempatkan pada ikan dan mamalia laut) memungkinkan ilmuwan untuk memantau pergerakan dan migrasi spesies laut. Ini membantu dalam pemahaman tentang habitat preferensi dan pola pergerakan.

6. Pemetaan Pencemaran Laut

Pemetaan habitat juga dapat membantu dalam pemantauan dan pemetaan sumber pencemaran laut, seperti polusi kimia atau tumpahan minyak. Ini membantu mengidentifikasi area yang terpengaruh dan mengambil tindakan pemulihan. Indeks pencemaran laut dapat dilihat berdasarkan nilai hasil pengukuran salinitas, suhu, DO, kekeruhan, TDS, dan PH (Purba, Lidiawati and Sugianto, 2021).

7. Pemetaan Zona Pemanfaatan Sumber Daya Laut

Teknologi oseanografi juga digunakan untuk memetakan dan memahami zona-zona potensial untuk pemanfaatan sumber daya laut seperti perikanan, penambangan, dan energi terbarukan. Dalam penggabungan teknologi oseanografi dengan analisis data yang canggih, kita dapat memahami lebih baik pola interaksi antara habitat dan spesies, mengidentifikasi area yang

perlu dilindungi, merencanakan konservasi, dan memastikan pengelolaan yang berkelanjutan terhadap ekosistem laut yang penting.

11.2.3 Migrasi dan Perilaku Ikan

Teknologi penandaan ikan dengan perangkat seperti tag akustik atau tag satelit memungkinkan peneliti untuk melacak pergerakan ikan secara akurat. Data ini membantu dalam memahami pola migrasi ikan, area pilihan untuk makan dan berbiak, serta faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku ikan.

Teknologi oseanografi memainkan peran yang krusial dalam memahami migrasi dan perilaku ikan di lingkungan laut. Migrasi ikan adalah fenomena penting yang melibatkan perpindahan ikan dari satu wilayah laut ke wilayah lain dalam berbagai tujuan, seperti mencari makanan, berkembang biak, atau menghindari perubahan lingkungan. Teknologi oseanografi membantu mengungkap pola migrasi dan perilaku ikan dengan memberikan wawasan tentang kondisi lingkungan laut dan peranannya dalam ekosistem. Berikut adalah beberapa cara teknologi oseanografi berperan dalam hal ini:

1. **Pelacakan Satelit dan Penandaan Elektronik:** Teknologi ini memungkinkan para ilmuwan untuk melacak pergerakan ikan di seluruh lautan. Tag satelit atau tag akustik ditempatkan pada ikan, dan data tentang lokasi dan kedalaman pergerakan ikan dikirimkan kembali ke ilmuwan. Ini membantu dalam memahami jalur migrasi ikan, waktu migrasi, dan bagaimana faktor lingkungan mempengaruhi perilaku mereka.
2. **Pemantauan Arus dan Suhu Laut:** Teknologi oseanografi memungkinkan pemantauan arus laut dan suhu permukaan laut secara kontinu. Ikan sering mengikuti arus laut tertentu saat bergerak atau mencari makanan. Pemantauan suhu laut juga dapat mengungkap pola pergerakan ikan yang berkaitan dengan perubahan suhu.

3. **Pemetaan Terumbu Karang dan Ekosistem Laut:** Terumbu karang dan ekosistem lainnya merupakan habitat penting bagi ikan. Teknologi pemetaan seperti citra satelit dan pemetaan dengan drone udara membantu mengidentifikasi lokasi-lokasi yang mungkin menjadi tujuan migrasi ikan.
4. **Prediksi Ketersediaan Makanan:** Teknologi oseanografi membantu dalam memahami pola pasokan makanan di laut, seperti distribusi plankton atau hewan kecil lain yang menjadi makanan ikan. Ini membantu ilmuwan memprediksi lokasi-lokasi di mana ikan mungkin berkumpul untuk mencari makanan.
5. **Pemantauan Pola Berkembang Biak:** Teknologi oseanografi juga membantu dalam pemahaman pola berkembang biak ikan, seperti saat dan lokasi tempat ikan bertelur atau berbiak. Pengetahuan ini sangat penting dalam upaya konservasi ikan.
6. **Pemantauan Perubahan Lingkungan:** Teknologi oseanografi membantu dalam memahami perubahan lingkungan laut yang dapat memengaruhi migrasi dan perilaku ikan, seperti perubahan suhu permukaan laut akibat perubahan iklim atau fenomena alam lainnya.
7. **Model Pemetaan Spasial:** Dengan menggunakan data oseanografi, ilmuwan dapat membuat model pemetaan spasial yang menggambarkan pergerakan ikan dan pola migrasi mereka. Ini membantu dalam identifikasi jalur migrasi utama dan area-area yang kritis bagi keberlangsungan populasi ikan.

Melalui kombinasi teknologi oseanografi dan analisis data yang tepat, para ilmuwan dapat mengungkap rincian penting tentang migrasi dan perilaku ikan. Informasi ini sangat berharga dalam pengelolaan sumber daya ikan, pelestarian ekosistem laut, dan upaya pemulihan populasi ikan yang terancam.

11.2.4 Model Prediksi Perikanan

Data lingkungan laut yang terkumpul dari teknologi oseanografi dapat digunakan untuk mengembangkan model prediksi perikanan. Model ini membantu dalam memprediksi populasi ikan di masa depan berdasarkan perubahan lingkungan dan faktor-faktor lainnya. Hal ini sangat berguna dalam pengambilan keputusan terkait kuota penangkapan ikan dan pengelolaan sumber daya perikanan.

Teknologi oseanografi memiliki peran penting dalam pengembangan model prediksi perikanan yang membantu dalam pengelolaan sumber daya ikan secara berkelanjutan. Model prediksi perikanan adalah alat analisis yang menggunakan data oseanografi dan faktor-faktor lingkungan lainnya untuk meramalkan pergerakan dan kelimpahan ikan, serta untuk membantu pengambilan keputusan terkait manajemen perikanan. Berikut adalah beberapa peran kunci teknologi oseanografi dalam pengembangan model prediksi perikanan:

1. Pemahaman Terhadap Lingkungan Laut

Teknologi oseanografi membantu dalam pengumpulan data tentang kondisi lingkungan laut, seperti suhu permukaan laut, arus, salinitas, ketersediaan makanan (misalnya, konsentrasi plankton), dan faktor-faktor lain yang memengaruhi keberadaan dan kelimpahan ikan. Pemahaman yang lebih baik tentang lingkungan laut membantu dalam pengembangan model yang lebih akurat.

2. Pemantauan *Real-Time*

Teknologi pemantauan *real-time*, seperti penggunaan boya pengumpul data atau satelit, membantu dalam mengumpulkan data secara terus-menerus tentang kondisi laut. Data ini diperlukan untuk mengembangkan model prediksi yang akurat dan responsif terhadap perubahan lingkungan.

3. Analisis Data dan Model Komputasi

Teknologi komputasi modern memungkinkan ilmuwan untuk mengintegrasikan data oseanografi yang kompleks ke dalam model matematika yang dapat meramalkan pergerakan dan kelimpahan ikan. Model ini mencakup aspek seperti pola migrasi ikan, suhu air yang optimal, dan sebagainya.

4. Prediksi Tempat Berkumpulnya Ikan

Model prediksi perikanan dapat membantu mengidentifikasi lokasi-lokasi potensial di mana ikan berkumpul dalam jumlah besar. Ini dapat membantu nelayan atau pihak berwenang dalam mengarahkan upaya penangkapan ikan secara efektif dan menghindari penangkapan berlebihan. Salah satu alat teknologi yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan dan waktu kedatangan ikan di area alat penangkapan ikan adalah dengan memanfaatkan teknologi akustik dengan menggunakan echosounder (Kurnia, Sudirman and Nelwan, 2016).

5. Prediksi Musim dan Periode Berkembang Biak

Dengan memanfaatkan data oseanografi, model prediksi dapat membantu meramalkan periode berkembang biak ikan dan pergerakan ikan selama musim-musim tertentu. Hal ini membantu dalam melindungi ikan selama fase penting ini dan menjaga keberlanjutan populasi.

6. Manajemen Perikanan yang Berkelanjutan

Dengan menggunakan model prediksi, pengelola perikanan dapat mengambil keputusan yang lebih baik terkait kuota penangkapan, ukuran minimum ikan yang dapat ditangkap, dan periode penangkapan. Hal ini membantu mencegah penangkapan berlebihan dan membantu menjaga kelestarian populasi ikan.

7. Respons Terhadap Perubahan Lingkungan

Model prediksi perikanan dapat membantu dalam memprediksi bagaimana perubahan lingkungan seperti

perubahan suhu laut atau pola arus akan memengaruhi pergerakan ikan. Ini memungkinkan tindakan proaktif untuk mengatasi dampak-dampak yang mungkin terjadi.

Dengan kombinasi teknologi oseanografi dan analisis data yang canggih, model prediksi perikanan dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan dan pelestarian sumber daya laut.

11.2.5 Survei dan Inventarisasi Ikan

Sonar akustik dan ekolokasi digunakan untuk survei ikan dalam jumlah besar. Alat-alat ini dapat mengidentifikasi dan menghitung populasi ikan dengan cepat dan efisien, memberikan data yang penting untuk evaluasi kesehatan populasi dan pengelolaan perikanan.

Teknologi oseanografi memainkan peran yang krusial dalam survei dan inventarisasi ikan di lingkungan laut. Survei dan inventarisasi ikan adalah langkah penting dalam pemantauan dan pengelolaan sumber daya ikan, serta dalam pemahaman tentang keberagaman spesies ikan dan dinamika populasi. Berikut adalah beberapa peran utama teknologi oseanografi dalam survei dan inventarisasi ikan:

1. Pemantauan Lingkungan Laut

Teknologi oseanografi membantu dalam pemantauan berbagai parameter lingkungan laut seperti suhu, salinitas, ketersediaan makanan, dan faktor-faktor lain yang memengaruhi kelimpahan dan distribusi ikan. Data ini membantu dalam memahami pola migrasi, perilaku makan, dan habitat preferensi ikan.

2. Pemetaan Terumbu Karang dan Struktur Laut Lainnya

Pemetaan habitat seperti terumbu karang, dasar laut berbatu, dan fitur geologis lainnya menggunakan teknologi pemetaan oseanografi membantu mengidentifikasi lokasi-lokasi yang

mungkin menjadi habitat ikan. Ini membantu dalam perencanaan survei dan inventarisasi.

3. **Pemantauan Satelit**

Data satelit tentang suhu permukaan laut, klorofil-a (indikator produktivitas biologis), dan parameter lingkungan lainnya memberikan gambaran besar tentang kondisi laut dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang mungkin memiliki kelimpahan ikan.

4. **Penggunaan Kapal Pengumpul Data dan Booya**

Kapal pengumpul data dan boya pengumpul data digunakan untuk mengumpulkan data langsung tentang kondisi laut dan parameter lingkungan di berbagai lokasi. Informasi ini penting dalam pemahaman tentang habitat ikan dan dinamika lingkungan.

5. **Penggunaan Teknologi Sonar**

Sonar digunakan dalam survei ikan untuk mendeteksi ikan dan mengukur kedalamannya. Teknologi sonar modern, seperti sonar multibeam, memberikan gambaran tiga dimensi tentang populasi ikan dan membantu mengestimasi kelimpahan. Prinsip kerja Sonar melalui komponen medium dengan kehilangan perambatan energi suara dalam penerapan teknologi hidroakustik (M. Zainuddin Lubis *et al.*, 2017).

6. **Penggunaan Robot Penyelam (ROV) dan Kendaraan Bawah Air (AUV)**

ROV dan AUV digunakan untuk menjelajahi habitat laut yang sulit diakses. Mereka dapat memotret dan merekam video dari dasar laut, membantu mengidentifikasi jenis dan kelimpahan ikan di lingkungan yang lebih dalam.

7. **Pemantauan DNA Lingkungan**

Teknologi oseanografi modern juga memungkinkan pemantauan DNA lingkungan, yang dapat digunakan untuk mendeteksi adanya jejak-jejak DNA ikan dalam air. Hal ini

membantu dalam memahami keberadaan ikan tanpa harus menangkap atau mengganggu mereka secara langsung.

8. Pemodelan Dinamika Populasi

Data yang dikumpulkan melalui teknologi oseanografi digunakan dalam pengembangan model matematika untuk memprediksi dinamika populasi ikan. Model ini membantu dalam memahami perubahan populasi dari waktu ke waktu dan dampak manajemen yang berbeda.

Dengan menggabungkan teknologi oseanografi dengan analisis data yang canggih, ilmuwan dapat mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang komunitas ikan, distribusi, dinamika populasi, dan kesehatan ekosistem laut secara keseluruhan. Ini sangat penting dalam mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan dan pelestarian sumber daya ikan.

11.2.6 Pengembangan Perikanan Tangkap yang Berkelanjutan

Teknologi oseanografi digunakan untuk mengembangkan perikanan tangkap yang lebih selektif dan ramah lingkungan. Sensor dan perangkat cerdas diterapkan pada jaringan tangkap untuk mengurangi penangkapan ikan yang tidak diinginkan atau spesies yang terancam punah.

Teknologi oseanografi memainkan peran yang penting dalam pengembangan perikanan tangkap yang berkelanjutan. Pengembangan perikanan yang berkelanjutan bertujuan untuk mempertahankan populasi ikan dalam batas yang aman dan menjaga ekosistem laut secara keseluruhan. Teknologi oseanografi membantu dalam pemantauan, analisis, dan pengambilan keputusan yang lebih baik dalam upaya menuju pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Berikut adalah beberapa peran utama teknologi oseanografi dalam hal ini:

1. Pemantauan Populasi Ikan

Teknologi oseanografi membantu dalam pemantauan populasi ikan dengan menggunakan berbagai metode, termasuk survei dan pemetaan menggunakan sonar. Data dari survei ini memberikan perkiraan jumlah dan distribusi ikan dalam suatu wilayah, yang penting dalam menentukan kuota penangkapan yang berkelanjutan.

2. Pemantauan Ekosistem Laut

Pemahaman yang mendalam tentang ekosistem laut melalui teknologi oseanografi membantu dalam mengidentifikasi dan memahami hubungan antara spesies ikan dengan lingkungannya. Ini membantu dalam mengantisipasi dampak perubahan lingkungan terhadap kelimpahan ikan.

3. Analisis Ketersediaan Makanan

Teknologi oseanografi membantu dalam pemantauan dan analisis ketersediaan makanan di laut, seperti distribusi plankton. Ini membantu dalam memahami pola perilaku makan ikan dan kaitannya dengan perubahan musiman atau jangka panjang.

4. Prediksi Migrasi Ikan

Pemantauan arus laut dan suhu permukaan laut melalui teknologi oseanografi membantu dalam memprediksi pola migrasi ikan. Ini memungkinkan pengelola perikanan untuk mengambil tindakan yang sesuai untuk melindungi ikan selama fase migrasi.

5. Pengembangan Penandaan Elektronik

Teknologi oseanografi memainkan peran dalam pengembangan dan penerapan penandaan elektronik pada ikan. Dengan melacak pergerakan ikan, ilmuwan dan pengelola perikanan dapat memahami pola migrasi dan perilaku ikan secara lebih mendalam.

6. Pemodelan Dinamika Populasi

Data oseanografi digunakan dalam pengembangan model matematika yang menggambarkan dinamika populasi ikan. Model ini membantu dalam meramalkan bagaimana populasi ikan akan bereaksi terhadap perubahan manajemen, seperti kuota penangkapan yang berbeda-beda.

7. Peringatan Dini Pencemaran dan Bencana Alam

Teknologi oseanografi juga dapat membantu dalam mendeteksi perubahan tiba-tiba dalam lingkungan laut, seperti tumpahan minyak atau potensi bencana alam seperti tsunami. Peringatan dini ini memberikan waktu bagi pihak berwenang untuk merespons secara tepat.

8. Pengumpulan Data *Real-Time*

Teknologi oseanografi modern memungkinkan pengumpulan data secara real-time dari berbagai lokasi. Ini memungkinkan pengelola perikanan untuk membuat keputusan yang responsif dan cepat berdasarkan kondisi terbaru.

Dengan integrasi teknologi oseanografi dengan pendekatan ilmiah dan manajemen yang baik, pengembangan perikanan tangkap yang berkelanjutan dapat direalisasikan. Penggunaan data yang akurat dan *up-to-date* dari teknologi oseanografi membantu dalam pengambilan keputusan yang tepat guna demi menjaga keberlanjutan sumber daya laut dan memastikan ketersediaan ikan bagi generasi mendatang.

11.2.7 Kajian Dampak Perubahan Iklim

Teknologi oseanografi membantu dalam memahami dampak perubahan iklim terhadap sumber daya perikanan. Data tentang perubahan suhu laut, tingkat keasaman, dan pola arus membantu dalam memprediksi bagaimana perubahan iklim dapat memengaruhi distribusi ikan dan ekosistem perairan secara keseluruhan.

Teknologi oseanografi memainkan peran yang kunci dalam kajian dampak perubahan iklim terhadap lingkungan laut. Perubahan iklim global memiliki efek signifikan terhadap lautan, termasuk perubahan suhu permukaan laut, naiknya permukaan laut, perubahan arus, dan perubahan kimiawi. Teknologi oseanografi memungkinkan ilmuwan untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk memahami dan mengantisipasi dampak perubahan iklim pada ekosistem laut dan manusia. Berikut adalah beberapa peran teknologi oseanografi dalam kajian dampak perubahan iklim:

1. **Pemantauan Suhu Permukaan Laut**

Teknologi oseanografi seperti satelit pemantauan iklim membantu dalam pemantauan suhu permukaan laut di seluruh dunia. Ini penting untuk memahami perubahan suhu laut yang dapat mempengaruhi distribusi spesies ikan, kesehatan terumbu karang, dan pola migrasi.

2. **Pemetaan Pola Arus Laut**

Arus laut memainkan peran penting dalam regulasi suhu dan keseimbangan kimia lautan. Teknologi oseanografi membantu dalam pemetaan dan pemantauan pola arus laut, yang dapat berubah akibat perubahan iklim. Ini membantu dalam pemahaman tentang pergerakan larva ikan, pencemaran, dan distribusi suhu.

3. **Pemahaman tentang Keasaman Laut (*Ocean Acidification*)**

Teknologi oseanografi membantu dalam pemantauan tingkat keasaman laut yang meningkat akibat penyerapan karbon dioksida oleh lautan. Dampak keasaman laut terhadap organisme laut, termasuk ikan, dapat dipelajari dengan bantuan teknologi ini.

4. **Prediksi Kenaikan Permukaan Laut**

Melalui teknologi oseanografi, ilmuwan dapat memantau kenaikan permukaan laut yang diinduksi oleh perubahan

iklim. Ini penting untuk memahami dampaknya terhadap habitat pesisir, estuari, dan daerah berbiak ikan.

5. **Pemodelan Perubahan Iklim**

Teknologi oseanografi memungkinkan pengembangan model perubahan iklim yang kompleks, yang menggabungkan data dari berbagai aspek lingkungan laut. Model ini membantu memprediksi bagaimana perubahan iklim akan mempengaruhi suhu, arus, dan kondisi lautan secara keseluruhan.

6. **Pemantauan Bencana Alami**

Teknologi oseanografi membantu dalam pemantauan dan prediksi bencana alami yang terkait dengan perubahan iklim, seperti badai tropis dan gelombang pasang. Informasi ini penting untuk melindungi wilayah pesisir dan sumber daya perikanan.

7. **Pemahaman Terhadap Pola Migrasi dan Kehadiran Ikan**

Teknologi oseanografi membantu dalam pemahaman tentang pola migrasi ikan yang dapat dipengaruhi oleh perubahan iklim. Pemantauan ini membantu nelayan dan manajer perikanan dalam mengambil langkah-langkah yang sesuai.

8. **Penelitian Keberlanjutan Perikanan**

Teknologi oseanografi memainkan peran dalam penelitian tentang dampak perubahan iklim pada populasi ikan dan sumber daya perikanan. Ini membantu dalam merencanakan langkah-langkah manajemen yang tepat guna.

Dengan menggunakan teknologi oseanografi, ilmuwan dapat memantau perubahan iklim di lingkungan laut dengan lebih akurat dan memahami dampaknya pada ekosistem laut dan manusia. Informasi ini sangat berharga dalam upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim serta dalam pengelolaan sumber daya laut yang berkelanjutan.

Dengan memadukan teknologi oseanografi dalam penelitian perikanan, kita dapat mengembangkan strategi pengelolaan perikanan yang lebih efektif dan berkelanjutan, serta melindungi keanekaragaman hayati dan keberlanjutan sumber daya perikanan untuk masa depan.

11.3 Penggunaan Teknologi Oseanografi Dalam Bidang Perikanan

Teknologi oseanografi telah mengubah cara kita memahami dan mengelola sumber daya perikanan. Dari pemantauan lingkungan laut hingga penggunaan robotika, perkembangan dalam bidang ini telah memberikan kontribusi penting dalam penelitian perikanan dan upaya konservasi. Dengan terus mengintegrasikan teknologi oseanografi dalam penelitian perikanan, kita dapat lebih efektif dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan dan menjaga keberlanjutan sumber daya ikan (Muhammad Zainuddin Lubis *et al.*, 2017).

1. Pemantauan Kondisi Lingkungan Laut

Teknologi oseanografi seperti sensor suhu, salinitas, keasaman air (pH), dan oksigen terlarut memungkinkan peneliti untuk mengawasi dan memahami perubahan lingkungan laut yang dapat memengaruhi populasi ikan. Data ini membantu mengidentifikasi zona-zona penting bagi pertumbuhan dan reproduksi ikan serta memprediksi dampak perubahan iklim terhadap ekosistem perairan.

2. Penggunaan Kapal Penelitian Oseanografi

Kapal penelitian dilengkapi dengan peralatan canggih seperti sonar multibeam dan pinger akustik yang memungkinkan pemetaan bawah permukaan laut. Ini membantu peneliti mengidentifikasi habitat ikan, pola migrasi, dan menghitung estimasi populasi secara lebih akurat.

3. Teknologi Penandaan Ikan

Dalam penelitian perikanan, ikan sering ditandai dengan perangkat pelacakan seperti tag akustik atau tag satelit. Data yang dikumpulkan dari ikan yang ditandai membantu mengungkapkan pola gerak, migrasi, dan habitat yang digunakan oleh spesies tertentu.

4. Model Prediksi Perikanan

Teknologi oseanografi juga digunakan dalam pengembangan model prediksi perikanan. Data lingkungan laut yang terkumpul digabungkan dengan data historis tentang populasi ikan untuk membuat model prediksi yang membantu dalam pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

5. Akustik dan Ekkolokasi

Pemanfaatan teknologi sonar akustik dan ekkolokasi membantu dalam mengidentifikasi keberadaan dan kuantitas ikan dalam suatu area. Teknik ini sering digunakan untuk survei ikan dalam jumlah besar dan membantu mengarahkan penelitian lebih lanjut.

6. Penggunaan Robotika Laut

Robotika laut, seperti kendaraan bawah air otonom (AUV) dan kendaraan permukaan otonom (ASV), digunakan untuk menjelajahi wilayah laut yang sulit dijangkau. Mereka dapat mengumpulkan data lingkungan dan informasi tentang populasi ikan di daerah-daerah yang sulit diakses oleh manusia.

7. Pemantauan Jaringan Tangkap

Teknologi oseanografi juga digunakan dalam pengembangan jaringan tangkap yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penggunaan sensor dan perangkat cerdas dalam jaringan tangkap membantu mengurangi dampak penangkapan ikan yang tidak diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldin, F., Prasetyo, Y. and Helmi, M. 2019. 'Studi Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal Berdasarkan Analisis Digital Menggunakan Citra Pleiades Multispektral Di Perairan Pulau Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah', *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), pp. 77–86.
- Anggoro, A. *et al.* 2020. 'Pemetaan Habitat Perairan Dangkal Menggunakan Citra Resolusi Menengah Dengan Metode Klasifikasi Berbasis Piksel (Studi Kasus Pulau Tikus)', *Jurnal Enggano*, 5(1), pp. 78–90. doi: 10.31186/jenggano.5.1.78-90.
- Baransano, H. K. and Mangimbulude, J. C. 2018. 'Eksplorasi dan Konservasi Sumberdaya Hayati Laut dan Pesisir di Indonesia', *Jurnal Biologi Papua*, 3(1), pp. 39–45. doi: 10.31957/jbp.547.
- Elasari, N., Perdanawati, R. A. and Mauludiyah, M. 2022. 'Analisis Korelasi Parameter Oseanografi Terhadap Hasil Tangkapan Jaring Purse Seine di Perairan Kranji, Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan', *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 27(3), p. 371. doi: 10.31258/jpk.27.3.371-381.
- Fahreza, A. and Ali, E. 2020. 'Purwarupa Sistem Sonar Untuk Deteksi Objek Bawah Air Prototype of Sonar System for Underwater Object Detection', 7(2), p. 4134.
- Kurnia, M., Sudirman, S. and Nelwan, A. 2016. 'Penerapan Teknologi Akustik Pada Perikanan Bagan Perahu', *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 18(1), p. 7. doi: 10.22146/jfs.10393.
- Lubis, M. Zainuddin *et al.* 2017. 'PENERAPAN TEKNOLOGI HIDROAKUSTIK DI BIDANG ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN Oleh Muhammad Zainuddin Lubis 1) , Ganda Surya 2) , Kasih Anggraini 3) , Husnul Kausarian 4)', XLII, pp. 34–44.

- Lubis, Muhammad Zainuddin *et al.* 2017. 'Penerapan Teknologi Pengidaraan Jauh Di Bidang Pesisir Dan Lautan', *Oseana*, 42(3), pp. 56–64. doi: 10.14203/oseana.2017.vol.42no.3.85.
- Moir, V. S., Luthfi, O. M. and Isdianto, A. 2020. 'Analysis of Relationship between Chemical Oceanography Conditions and Coral Reef Ecosystems in Damas Waters, Trenggalek, East Java', *Journal of Marine and Coastal Science*, 9(3), p. 113. doi: 10.20473/jmcs.v9i3.22294.
- Purba, V. D., Lidiawati, L. and Sugianto, N. 2021. 'Pemetaan Sebaran Indeks Pencemaran Air Di Perairan Muara Sungai Jenggalu Kota Bengkulu', *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 2(2), pp. 60–71. doi: 10.33369/nmj.v2i2.17757.
- Sinaga¹, E. L. R., Muhtadi¹, A. and Bakti¹, D. 2002. 'Profil Suhu, Oksigen Terlarut, dan pH Secara Vertikal Selama 24 Jam di Danau Kelapa Gading Kabupaten Asahan Sumatera Utara', 23(4), pp. 1–16.

BAB 12

PERAN OSEANOGRAFI DALAM PERENCANAAN WILAYAH PESISIR

Oleh Sahabuddin

12.1 Pendahuluan

12.1.1 Konsep Dasar Oseanografi

Pemahaman konsep dasar oseanografi adalah kunci untuk menjelajahi dan menjaga ekosistem laut, memahami peran lautan dalam perubahan iklim global, serta mengoptimalkan sumber daya laut yang berkelanjutan. Ilmu ini terus berkembang seiring dengan penelitian dan teknologi baru yang memungkinkan kita untuk menjelajahi dan memahami lautan lebih baik.

Oseanografi adalah bidang ilmu yang luas dan penting dalam pemahaman planet kita, dan berkontribusi pada berbagai aspek kehidupan kita, mulai dari cuaca hingga sumber daya alam dan lingkungan laut.

12.1.2 Pengertian oseanografi

Oceanografi adalah ilmu yang mempelajari lautan, termasuk segala aspek yang terkait dengan lautan, seperti karakteristik fisik, kimia, biologi, geologi, dan dinamika lautan. Ini adalah cabang ilmu yang memungkinkan ilmuwan untuk memahami dan mempelajari lingkungan laut, termasuk sifat air laut, pergerakan ombak, arus laut, sifat kimia air laut, kehidupan laut, geologi dasar laut, serta interaksi antara lautan dengan atmosfer, bumi, dan makhluk hidup lainnya.

Oceanografi memiliki banyak subdisiplin, termasuk oseanografi fisik (mempelajari sifat fisik lautan), oseanografi kimia

(mempelajari komposisi kimia dan proses di laut), oceanografi biologi (mempelajari kehidupan laut), oceanografi geologi (mempelajari karakteristik geologis dasar laut), dan oceanografi fisika terapan (mempelajari pengaruh lautan terhadap cuaca dan iklim).

Para ilmuwan oceanografi bekerja untuk menjelajahi, memahami, dan melindungi lautan kita, yang memainkan peran penting dalam regulasi iklim global, menyediakan sumber daya alam seperti ikan dan energi, serta memiliki dampak signifikan pada kehidupan di planet Bumi.

12.1.3 Kaitan oseanografi dengan studi wilayah pesisir

Oceanografi memiliki kaitan yang erat dengan studi wilayah pesisir. Studi wilayah pesisir adalah disiplin ilmu yang fokus pada pemahaman dan manajemen lingkungan pesisir, yang mencakup daerah antara daratan dan laut. Kaitan antara oceanografi dan studi wilayah pesisir melibatkan beberapa aspek berikut:

1. **Pengaruh Lingkungan Laut:** Oceanografi membantu dalam pemahaman tentang bagaimana lingkungan laut, seperti arus laut, ombak, pasang-surut, dan karakteristik fisik lainnya, mempengaruhi wilayah pesisir. Pengetahuan ini penting untuk merencanakan pembangunan dan pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan.
2. **Manajemen Sumber Daya:** Pesisir sering menjadi tempat tinggal bagi populasi manusia yang padat, dan banyak kegiatan ekonomi seperti perikanan, pariwisata, dan transportasi berkaitan dengan wilayah ini. Oceanografi membantu dalam pemahaman kondisi lautan yang memengaruhi sumber daya seperti ikan, serta memungkinkan perencanaan yang lebih baik untuk pengelolaan sumber daya pesisir.
3. **Perubahan Iklim:** Oceanografi juga berperan dalam pemahaman dampak perubahan iklim terhadap wilayah

pesisir. Melalui studi tentang naiknya permukaan laut, perubahan suhu laut, dan perubahan dalam pola cuaca dan badai, oceanografi membantu wilayah pesisir dalam merencanakan mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

4. Pengelolaan Bencana Alam: Studi oceanografi membantu dalam pemahaman potensi bencana alam yang dapat mempengaruhi wilayah pesisir, seperti tsunami, badai, dan banjir. Informasi ini penting untuk perencanaan darurat dan mitigasi risiko bencana.
5. Kualitas Air dan Kesehatan Lingkungan: Oceanografi juga relevan dalam pemantauan kualitas air di wilayah pesisir dan dampaknya terhadap kesehatan lingkungan dan manusia. Ini termasuk pemantauan polusi, keberlanjutan ekosistem, dan upaya pelestarian.

Secara keseluruhan, oceanografi adalah bagian penting dari studi wilayah pesisir karena membantu dalam pemahaman dan pengelolaan ekosistem laut yang berdampak besar pada wilayah ini. Pengetahuan oceanografi yang diperoleh digunakan untuk melindungi, menjaga, dan memanfaatkan sumber daya alam pesisir secara berkelanjutan.

12.2 Pemahaman Terhadap Wilayah Pesisir

12.2.1 Karakteristik wilayah pesisir

1. Bentuk Geografis

Wilayah pesisir memiliki beragam karakteristik berdasarkan bentuk geografisnya. Berikut beberapa karakteristik wilayah pesisir berdasarkan bentuk geografisnya:

a. Pantai:

- 1) Pantai berpasir: Wilayah pesisir dengan pasir yang membentuk garis pantai yang panjang dan berpasir.

- 2) Pantai berbatu: Wilayah pesisir dengan batu-batuan yang membentuk garis pantai yang berbatu atau berkarang.
- b. Teluk:
- 1) Teluk terbuka: Teluk yang memiliki mulut yang lebar dan membentang ke laut terbuka.
 - 2) Teluk tertutup: Teluk yang memiliki mulut yang lebih sempit dan umumnya lebih terlindungi dari ombak besar.
- c. Laguna:
- 1) Laguna pantai: Laguna yang terletak di antara garis pantai dan daratan utama, terpisah oleh barisan pasir atau pulau-pulau kecil.
 - 2) Laguna terbentuk di antara daratan dan pulau-pulau terumbu karang atau terumbu karang yang besar.
- d. Delta:
- 1) Delta sungai: Wilayah pesisir di mana sungai-sungai besar bertemu dengan laut dan membentuk delta, yang seringkali memiliki pola percabangan yang kompleks.
 - 2) Delta sungai membawa sedimen dan menghasilkan lahan subur yang sering digunakan untuk pertanian.
- e. Pulau:
- 1) Pulau besar: Pulau-pulau besar yang terletak di dekat pesisir dan dapat memiliki beragam karakteristik geografis, termasuk pegunungan, hutan, dan pantai.
 - 2) Pulau kecil: Pulau-pulau kecil yang sering terdapat di sepanjang pesisir dan dapat menjadi tujuan pariwisata atau sumber daya alam.
- f. Terumbu Karang:
- 1) Terumbu karang adalah struktur batu kapur yang tumbuh di bawah permukaan laut dan dapat membentuk gugusan karang atau atol. Mereka adalah

ekosistem yang penting bagi keanekaragaman hayati laut.

g. Estuari:

- 1) Estuari adalah daerah di mana sungai bertemu dengan laut, menciptakan ekosistem perairan campuran dengan air tawar dari sungai dan air laut yang mengalir bersama-sama.

h. Rawai:

- 1) Rawai adalah wilayah pesisir yang memiliki pantai berbatu atau terjal yang cocok untuk kegiatan seperti memancing atau berlayar.

i. Rawa Laut:

- 1) Rawa laut adalah wilayah pesisir yang datar, tergenang air, dan sering kali berair payau. Mereka adalah habitat penting bagi berbagai spesies burung dan hewan liar.

Karakteristik wilayah pesisir ini dapat bervariasi tergantung pada lokasinya di seluruh dunia dan geologi setempat. Mereka juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ekosistem, kehidupan manusia, dan aktivitas ekonomi di daerah pesisir.

2. Keberagaman hayati

Wilayah pesisir dikenal karena keberagaman hayatinya yang tinggi. Berbagai tipe ekosistem, organisme, dan kehidupan laut dapat ditemukan di wilayah pesisir. Berikut adalah beberapa karakteristik wilayah pesisir yang mencerminkan keberagaman hayatinya:

- a. Ekosistem Mangrove: Mangrove adalah ekosistem pesisir yang terdiri dari hutan bakau yang tumbuh di daerah pasang-surut. Mangrove adalah rumah bagi berbagai spesies tumbuhan dan hewan, termasuk ikan, burung, dan invertebrata. Mangrove juga berperan dalam melindungi pantai dari erosi dan badai.

- b. Terumbu Karang: Terumbu karang adalah ekosistem bawah laut yang sangat produktif dan kaya akan kehidupan. Mereka adalah rumah bagi berbagai spesies karang, ikan, dan makhluk laut lainnya. Terumbu karang juga memberikan perlindungan terhadap gelombang laut dan tempat berkembang biak bagi banyak organisme laut.
- c. Padang Lamun: Padang lamun adalah hamparan rumput laut bawah laut yang tumbuh di perairan dangkal. Mereka menyediakan tempat berlindung dan makanan bagi berbagai spesies ikan dan invertebrata, serta berperan dalam menjaga kualitas air laut dengan menangkap sedimen.
- d. Estuari: Estuari adalah area di mana air tawar dari sungai bertemu dengan air laut. Mereka sering menjadi tempat berkembang biak bagi banyak spesies ikan dan merupakan habitat penting bagi burung laut. Estuari juga berperan dalam menyaring polusi dari air tawar sebelum mencapai laut.

Keanekaragaman Hayati: Wilayah pesisir sering memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi karena berfungsi sebagai zona peralihan antara ekosistem darat dan laut. Ini mencakup berbagai spesies tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang teradaptasi untuk hidup di lingkungan yang berubah-ubah antara pasang dan surut.

3. Pemanfaatan manusia

Wilayah pesisir memiliki berbagai karakteristik yang dipengaruhi oleh pemanfaatan manusia. Karakteristik ini mencakup aspek fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Berikut beberapa karakteristik wilayah pesisir berdasarkan pemanfaatan manusia:

- a. Perkembangan Pemukiman dan Pariwisata: Wilayah pesisir sering menjadi pusat pemukiman manusia yang padat dan tujuan pariwisata yang populer. Keberadaan perkotaan, resor, dan infrastruktur pariwisata dapat mengubah tata guna lahan dan mempengaruhi ekosistem pesisir.
- b. Ekonomi Maritim: Pemanfaatan sumber daya alam seperti perikanan, pertambangan, dan energi terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga angin laut menjadi karakteristik utama wilayah pesisir (Jackson et al., 2001).
- c. Transportasi dan Perdagangan: Wilayah pesisir sering menjadi titik awal penting untuk perdagangan internasional dan transportasi laut. Pelabuhan dan infrastruktur terkait menjadi ciri khas dari wilayah ini (Feagin et al., 2010).
- d. Risiko Bencana Alam: Karakteristik pesisir mencakup risiko bencana alam seperti tsunami, badai tropis, dan banjir akibat naiknya permukaan laut yang memengaruhi pemukiman dan infrastruktur (Nicholls et al., 2007).
- e. Konservasi dan Pelestarian: Wilayah pesisir sering menjadi fokus konservasi alam, perlindungan ekosistem, dan upaya pelestarian untuk mempertahankan keanekaragaman hayati dan ekosistem (Arkema et al., 2015).
- f. Kualitas Air dan Polusi: Aktivitas manusia di wilayah pesisir dapat memengaruhi kualitas air dan lingkungan laut, termasuk polusi dari limbah industri, pertanian, dan perkotaan (Valiela et al., 2001).
- g. Dampak Perubahan Iklim: Perubahan iklim mempengaruhi wilayah pesisir melalui naiknya permukaan laut, perubahan dalam pola cuaca, dan

kerentanannya terhadap badai yang semakin intens (IPCC, 2019).

- h. Kawasan Lindung dan Zonasi: Pesisir sering kali memiliki kawasan lindung dan zonasi yang diatur untuk melindungi sumber daya alam, seperti taman nasional laut dan kawasan penangkapan ikan yang tertentu (Lubchenco et al., 2003).

Karakteristik ini dapat bervariasi secara signifikan di seluruh wilayah pesisir di seluruh dunia tergantung pada dinamika lokal, budaya, dan perkembangan ekonomi. Penting untuk merencanakan dan mengelola wilayah pesisir dengan bijak untuk menjaga keseimbangan antara pemanfaatan manusia dan pelestarian lingkungan laut.

12.2.2 Ancaman terhadap wilayah pesisir

1. Ancaman Peningkatan Permukaan Air Laut

Peningkatan permukaan air laut, yang dikenal sebagai naiknya permukaan laut (*sea level rise*), merupakan ancaman serius bagi wilayah pesisir di seluruh dunia. Naiknya permukaan laut disebabkan oleh pemanasan global, yang menyebabkan pelelehan gletser dan es di Kutub Utara dan Selatan serta ekspansi termal air laut yang lebih hangat (Donald R. Cahoon et al, 2006; Climate Change 2007; R. W. G. Carter, 1991; Jochen Hinkel et al, 2013) Ancaman terhadap wilayah pesisir akibat peningkatan permukaan air laut adalah dampak dari perubahan iklim global, terutama pemanasan global. Beberapa ancaman utama termasuk:

- a. Banjir Pasang: Peningkatan permukaan air laut menyebabkan peningkatan banjir pasang di wilayah pesisir. Hal ini dapat merusak properti, infrastruktur, dan mengancam keselamatan manusia.

- b. Erosi Pantai: Air laut yang naik dapat mengakibatkan erosi pantai yang signifikan, menghancurkan garis pantai, dan mempengaruhi ekosistem pesisir.
 - c. Intrusi Air Laut ke Tanah Air: Peningkatan permukaan air laut juga dapat menyebabkan intrusi air laut ke dalam tanah air, mengancam pasokan air tawar di wilayah pesisir.
 - d. Kerusakan Ekosistem Laut: Perubahan suhu dan salinitas air laut akibat peningkatan permukaan air laut dapat merusak ekosistem laut, termasuk terumbu karang dan hutan bakau.
 - e. Gangguan terhadap Masyarakat Pesisir: Masyarakat pesisir yang bergantung pada sumber daya alam seperti ikan dan hutan bakau dapat menghadapi tantangan ekonomi dan sosial akibat perubahan lingkungan ini.
2. Ancaman Pencemaran
- Ancaman terhadap wilayah pesisir terkait dengan pencemaran sangat serius dan memiliki dampak yang luas, baik terhadap lingkungan maupun masyarakat yang tinggal di sekitar wilayah pesisir (Crippa et al, 2016; Turner et al, 2019; <https://www.noaa.gov>; Jambeck et al, 2015; UNEP, 2017). Ancaman terhadap wilayah pesisir terkait dengan pencemaran dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk aktivitas manusia dan alam. Berikut adalah beberapa ancaman utama terhadap wilayah pesisir terkait pencemaran, beserta referensinya:
- a. Pencemaran Air Laut: Pencemaran air laut dapat disebabkan oleh pelepasan limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian ke perairan laut. Hal ini dapat mengancam ekosistem laut dan kesehatan manusia yang bergantung pada sumber daya laut.
 - b. Pencemaran Pantai oleh Sampah Plastik: Pencemaran plastik adalah ancaman serius terhadap wilayah pesisir,

di mana sampah plastik dapat mengotori pantai, laut, dan mengancam satwa liar yang tinggal di sekitarnya.

- c. Pencemaran Minyak Laut: Tumpahan minyak di perairan laut dapat menyebabkan kerusakan ekosistem laut, merusak habitat, dan mengancam populasi satwa laut.
- d. Pencemaran Air Sungai yang Mengalir ke Pesisir: Pencemaran air sungai yang mengalir ke wilayah pesisir dapat membawa limbah pertanian, industri, dan perkotaan ke laut, mempengaruhi kualitas air pesisir.
- e. Pencemaran Udara dan Asap Laut: Asap laut dari pembakaran fosil dan aktivitas industri di wilayah pesisir dapat mempengaruhi kualitas udara dan kesehatan manusia.

Ancaman-ancaman ini perlu ditangani dengan kebijakan perlindungan lingkungan yang ketat, pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan, dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan dan keberlanjutan wilayah pesisir.

3. Ancaman Perubahan iklim

Ancaman terhadap wilayah pesisir akibat perubahan iklim sangat signifikan dan bervariasi, termasuk kenaikan permukaan laut, badai yang lebih intens, dan perubahan pola hujan. Ini dapat mengakibatkan kerugian ekonomi, hilangnya habitat alam, dan ancaman terhadap keberlanjutan sumber daya alam (IPCC, 2019; U.S. Global Change Research Program, 2018; Coastal Zone Management, 2019). Ancaman terhadap wilayah pesisir sebagai akibat dari perubahan iklim adalah masalah yang serius dan kompleks. Beberapa ancaman utama yang dihadapi wilayah pesisir termasuk:

- a. Kenaikan Permukaan Air Laut: Perubahan iklim menyebabkan kenaikan suhu global yang berkontribusi pada pelelehan es kutub, yang pada gilirannya meningkatkan permukaan air laut. Akibatnya, wilayah pesisir dapat mengalami banjir pasang surut yang lebih sering dan lebih parah.
- b. Erosi Pantai: Kenaikan air laut juga mempercepat proses erosi pantai, yang dapat mengakibatkan hilangnya lahan dan infrastruktur di wilayah pesisir.
- c. Badai dan Cuaca Ekstrem: Perubahan iklim dapat meningkatkan frekuensi dan keparahan badai tropis serta cuaca ekstrem lainnya. Ini dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan di wilayah pesisir dan ancaman terhadap nyawa manusia.
- d. Kerusakan Ekosistem: Perubahan iklim juga dapat merusak ekosistem pesisir, seperti hutan mangrove dan terumbu karang, yang berfungsi sebagai perlindungan alami terhadap badai dan menyediakan sumber daya bagi masyarakat setempat.
- e. Intrusi Air Asin: Kenaikan permukaan air laut dapat menyebabkan intrusi air asin ke sumber air tawar di wilayah pesisir, mengancam pasokan air bersih untuk penduduk dan pertanian.
- f. Masalah Kesehatan: Perubahan iklim juga dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia di wilayah pesisir, termasuk peningkatan penyakit yang terkait dengan panas, air tercemar, dan perubahan vektor penyakit.
- g. Kerugian Ekonomi: Ancaman terhadap wilayah pesisir akibat perubahan iklim dapat berdampak ekonomi melalui kerusakan properti, penurunan produktivitas pertanian dan perikanan, serta biaya pemulihan dan adaptasi yang tinggi.

12.3 Peran Oseanografi Dalam Perencanaan Wilayah Pesisir

12.3.1 Monitoring lingkungan pesisir

Oseanografi memainkan peran yang sangat penting dalam perencanaan wilayah pesisir dan pemantauan lingkungan pesisir. Ilmu ini memungkinkan kita untuk memahami dan memprediksi berbagai aspek lingkungan laut dan wilayah pesisir, yang sangat diperlukan untuk pengelolaan yang berkelanjutan (Halpern et al, 2008; IOC-UNESCO, 2020; Duce et al, 2017). Beberapa peran oseanografi dalam perencanaan wilayah pesisir dan pemantauan lingkungan pesisir adalah sebagai berikut:

1. **Memahami Dinamika Laut:** Oseanografi membantu dalam pemahaman tentang perubahan iklim, pola arus laut, sirkulasi oseanik, dan variabilitas oseanik. Informasi ini penting untuk merencanakan aktivitas pesisir seperti perikanan, pariwisata, dan transportasi maritim.
2. **Pemantauan Kualitas Air:** Oseanografi membantu dalam pemantauan kualitas air laut, termasuk parameter seperti suhu, salinitas, tingkat pencemaran, dan tingkat oksigen terlarut. Data ini sangat penting untuk menjaga kualitas air dan ekosistem laut yang sehat.
3. **Peringatan Dini Tsunami:** Oseanografi berperan dalam pengembangan sistem peringatan dini tsunami. Melalui pemantauan dan pemahaman terhadap pergerakan air laut yang cepat, oseanografi membantu dalam mengurangi risiko bencana tsunami di wilayah pesisir.
4. **Pengelolaan Sumber Daya Laut:** Oseanografi memberikan data dan pemahaman yang diperlukan untuk pengelolaan sumber daya laut yang berkelanjutan, termasuk perikanan dan akuakultur. Informasi tentang kondisi oseanik seperti suhu dan produktivitas plankton membantu dalam mengambil keputusan yang bijak.

5. Pemantauan Perubahan Pesisir: Oseanografi memungkinkan pemantauan perubahan garis pantai, erosi pantai, dan perubahan bentuk pesisir. Ini penting untuk perencanaan pembangunan wilayah pesisir yang aman dan berkelanjutan.

Penting untuk dicatat bahwa perkembangan dalam oseanografi terus berlanjut. Oleh karena itu, merujuk pada publikasi terbaru dari organisasi.

12.3.2 Pemahaman terhadap perubahan iklim

Oseanografi memainkan peran penting dalam perencanaan wilayah pesisir yang berfokus pada pemahaman perubahan iklim. Dalam konteks ini, oseanografi adalah ilmu yang mempelajari lautan dan fenomena yang terjadi di dalamnya. Oseanografi dapat memberikan informasi yang berharga untuk memahami dampak perubahan iklim di wilayah pesisir dan merancang strategi adaptasi yang efektif (National Research Council, 2010; Coastal Zone Management, 2019; Doney, et al, 2012). Berikut beberapa peran penting oseanografi dalam perencanaan wilayah pesisir yang mempertimbangkan perubahan iklim:

1. Pemantauan Perubahan Permukaan Laut: Oseanografi melibatkan pemantauan terus-menerus terhadap tingkat kenaikan permukaan laut dan perubahan suhu laut. Data ini penting untuk memprediksi risiko banjir pasang surut dan erosi pantai yang terkait dengan perubahan iklim.
2. Memahami Dinamika Cuaca dan Badai: Oseanografi membantu dalam memahami dinamika cuaca laut, pembentukan badai, dan perubahan pola angin yang dapat mempengaruhi wilayah pesisir. Ini membantu dalam peringatan dini dan perencanaan respons terhadap cuaca ekstrem.

3. Pemahaman Terhadap Perubahan Sirkulasi Lautan: Oseanografi membantu dalam memahami perubahan dalam sirkulasi laut global dan pola aliran laut lokal. Perubahan ini dapat mempengaruhi suhu air, ketersediaan sumber daya perikanan, dan dinamika ekosistem pesisir.
4. Menilai Kualitas Air Laut: Oseanografi membantu dalam pemantauan kualitas air laut, termasuk tingkat pencemaran, asam laut, dan suhu air. Ini penting untuk melindungi ekosistem pesisir dan memastikan pasokan air bersih yang aman.
5. Prediksi Perubahan Iklim di Masa Depan: Oseanografi juga digunakan untuk mengembangkan model iklim global dan regional yang membantu dalam memprediksi perubahan iklim di masa depan, termasuk peningkatan suhu laut, tingkat kenaikan permukaan laut, dan perubahan pola cuaca.
6. Pendukung Keputusan Perencanaan Wilayah: Informasi yang diberikan oleh oseanografi digunakan oleh pembuat kebijakan dan perencana wilayah pesisir untuk merancang strategi adaptasi yang sesuai dengan perubahan iklim. Ini termasuk perencanaan zonasi wilayah pesisir, infrastruktur tahan iklim, dan strategi pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan.
7. Pendukung Manajemen Bencana: Oseanografi dapat memberikan pemahaman yang mendalam tentang ancaman tsunami, badai tropis, dan banjir pesisir lainnya yang sering kali terkait dengan perubahan iklim. Ini membantu dalam perencanaan mitigasi bencana dan respons darurat yang efektif.

Dengan demikian, pemahaman mendalam terhadap oseanografi dan data yang diberikannya sangat penting dalam upaya perencanaan wilayah pesisir yang adaptif terhadap

perubahan iklim yang semakin nyata. Informasi oseanografi dapat membantu melindungi lingkungan, ekonomi, dan komunitas yang tinggal di wilayah pesisir.

12.3.3 Pemantauan pencemaran

Oseanografi memiliki peran penting dalam perencanaan wilayah pesisir, terutama dalam konteks pemantauan pencemaran di wilayah pesisir (UNESCO, 2016; GESAMP, 2010; <https://oceanservice.noaa.gov>). Beberapa peran kunci oseanografi dalam mendukung pemantauan pencemaran di wilayah pesisir adalah sebagai berikut:

1. **Memahami Dinamika Laut:** Oseanografi mempelajari dinamika laut, termasuk arus laut, perubahan suhu, salinitas, dan sifat fisik lainnya. Pengetahuan ini membantu dalam memahami bagaimana pencemaran dapat tersebar dan berkembang di wilayah pesisir. Oseanografi juga membantu dalam memahami pola aliran yang dapat mempengaruhi transportasi polutan ke wilayah pesisir.
2. **Pemantauan Kualitas Air:** Oseanografi memungkinkan pengembangan sistem pemantauan kualitas air di wilayah pesisir. Ini termasuk pemantauan parameter seperti kadar oksigen terlarut, konsentrasi nutrien, keasaman air laut, dan tingkat pencemaran kimia. Data ini penting untuk menilai kesehatan ekosistem pesisir dan mengidentifikasi sumber pencemaran.
3. **Peringatan Dini Bencana:** Oseanografi berkontribusi pada peringatan dini bencana seperti tumpahan minyak, kebocoran zat berbahaya, atau pencemaran akibat peristiwa alam seperti badai. Dengan memantau kondisi laut dan cuaca, para ilmuwan oseanografi dapat memberikan informasi yang diperlukan untuk mengambil tindakan pencegahan dan respons yang cepat.

4. Model Perilaku Pencemaran: Oseanografi mengembangkan model numerik yang dapat memprediksi perilaku pencemaran di laut, termasuk pergerakan dan penyebarannya. Model ini digunakan dalam perencanaan respons darurat, serta untuk mengidentifikasi area yang rentan terhadap pencemaran di masa depan.
5. Rekomendasi Kebijakan: Penelitian oseanografi memberikan dasar ilmiah untuk mengembangkan kebijakan dan regulasi yang bertujuan melindungi wilayah pesisir dari pencemaran. Informasi ini digunakan oleh pemerintah dan badan-badan terkait untuk mengambil tindakan yang dapat mengurangi risiko pencemaran.

12.3.4 Pengelolaan sumber daya alam pesisir

Oseanografi memainkan peran yang sangat penting dalam perencanaan wilayah pesisir dan pengelolaan sumber daya alam pesisir (National Research Council, 1990; Douvere, 2008; Levin, 2018; Patil, 2018). Berikut adalah beberapa cara di mana oseanografi berkontribusi pada upaya tersebut:

1. Pemahaman Lingkungan Pesisir: Oseanografi membantu dalam pemahaman yang lebih baik tentang lingkungan pesisir, termasuk kondisi oseanografi seperti arus laut, pasang-surut, suhu air, dan salinitas. Informasi ini penting untuk merencanakan pengembangan wilayah pesisir yang berkelanjutan.
2. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan: Oseanografi memberikan wawasan tentang habitat ikan, migrasi ikan, dan dinamika populasi ikan. Hal ini membantu para pemangku kepentingan untuk mengelola sumber daya perikanan secara berkelanjutan, dengan memperhitungkan faktor-faktor lingkungan seperti suhu air laut dan arus.
3. Mitigasi Risiko Bencana: Oseanografi memainkan peran kunci dalam memahami risiko bencana seperti tsunami

dan badai tropis. Data oseanografi digunakan untuk merencanakan sistem peringatan dini dan strategi mitigasi risiko.

4. Pengembangan Energi Terbarukan: Oseanografi dapat membantu dalam penilaian potensi energi terbarukan di wilayah pesisir, seperti energi pasang surut dan energi gelombang. Pengetahuan tentang arus laut dan kondisi oseanografi lainnya diperlukan untuk merancang proyek-proyek energi terbarukan ini.
5. Konservasi Lingkungan Pesisir: Oseanografi membantu dalam mengidentifikasi daerah yang rentan terhadap erosi pantai, intrusi air asin, dan perubahan iklim lainnya. Informasi ini digunakan untuk merencanakan tindakan konservasi seperti restorasi hutan mangrove dan perlindungan terumbu karang.
6. Pengelolaan Pencemaran: Oseanografi membantu dalam pemantauan pencemaran di wilayah pesisir, termasuk pencemaran air laut dan pencemaran pantai. Data oseanografi digunakan untuk mengembangkan strategi pengelolaan pencemaran dan pemulihan ekosistem.
7. Pengembangan Infrastruktur Pesisir: Informasi oseanografi seperti pasang-surut dan erosi pantai digunakan dalam perencanaan dan desain infrastruktur pesisir seperti pelabuhan, tanggul, dan jalan tol laut.
8. Pengelolaan Pariwisata Pesisir: Oseanografi membantu dalam pengelolaan pariwisata pesisir dengan memberikan pemahaman tentang dinamika laut, cuaca, dan kondisi pantai. Ini membantu dalam mengatur kegiatan pariwisata yang berkelanjutan.

Oleh karena itu, oseanografi adalah alat penting dalam perencanaan wilayah pesisir dan pengelolaan sumber daya alam pesisir yang berkelanjutan. Informasi dan penelitian oseanografi

yang terus menerus membantu pemangku kepentingan untuk membuat keputusan yang lebih baik dalam melindungi dan memanfaatkan wilayah pesisir dengan bijak.

12.3.5 Perencanaan mitigasi bencana

Oseanografi memainkan peran penting dalam perencanaan wilayah pesisir dan mitigasi bencana (Briggs et al, 2003; NOAA , 2019). Berikut adalah beberapa peran kunci oseanografi dalam konteks ini:

1. **Pemahaman terhadap Dinamika Laut:** Oseanografi memungkinkan kita untuk memahami dinamika laut yang mencakup pasang surut, arus laut, perubahan suhu laut, dan kualitas air laut. Informasi ini penting dalam merencanakan pembangunan infrastruktur di wilayah pesisir, seperti pelabuhan, tanggul, dan pemukiman, agar dapat mengatasi ancaman seperti banjir pasang surut.
2. **Prediksi Badai dan Tsunami:** Oseanografi menyediakan alat dan metode untuk memantau dan memprediksi badai laut dan tsunami. Ini penting untuk memberi tahu masyarakat dan otoritas setempat tentang ancaman yang akan datang sehingga mereka dapat mengambil langkah-langkah mitigasi yang tepat, seperti evakuasi dini.
3. **Identifikasi Zona Rawan:** Studi oseanografi dapat membantu mengidentifikasi wilayah pesisir yang rawan terhadap perubahan iklim dan bencana alam, seperti kenaikan permukaan air laut, erosi pantai, dan intrusi air asin. Informasi ini dapat digunakan dalam perencanaan tata ruang dan zonasi untuk menghindari pembangunan di zona-zona yang sangat rentan.
4. **Pengelolaan Sumber Daya Pesisir:** Oseanografi juga berkontribusi pada pengelolaan sumber daya pesisir yang berkelanjutan, seperti perikanan dan ekosistem pesisir. Dengan memahami dinamika ekosistem laut dan

- perubahan suhu air laut, kita dapat merencanakan keberlanjutan eksploitasi sumber daya ini.
5. Konservasi Lingkungan Pesisir: Oseanografi membantu dalam pemahaman tentang kesehatan ekosistem pesisir, seperti hutan mangrove dan terumbu karang. Ini penting untuk merencanakan konservasi dan restorasi lingkungan yang dapat berfungsi sebagai perlindungan alami terhadap bencana alam.
 6. Data untuk Pengambilan Keputusan: Oseanografi menghasilkan data dan informasi yang sangat berharga untuk pengambilan keputusan dalam perencanaan mitigasi bencana. Informasi ini dapat digunakan oleh pemerintah, lembaga penelitian, dan komunitas lokal untuk merancang strategi mitigasi yang efektif.
 7. Pelatihan dan Kesadaran Masyarakat: Studi oseanografi juga dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap ancaman bencana di wilayah pesisir. Program pelatihan dan edukasi dapat membantu masyarakat setempat memahami risiko dan belajar bagaimana menghadapinya.

Oseanografi, dengan data dan penelitian yang diberikannya, menjadi alat penting dalam memitigasi risiko bencana di wilayah pesisir dan merencanakan pengembangan yang berkelanjutan. Ini membantu melindungi kehidupan dan sumber daya ekonomi di wilayah pesisir serta meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim dan bencana alam.

12.3.6 Pentingnya kolaborasi antara ilmuwan oseanografi, pemerintah, dan masyarakat dalam melindungi wilayah pesisir

Kolaborasi antara ilmuwan oseanografi, pemerintah, dan masyarakat memiliki peran krusial dalam melindungi wilayah

pesisir. Berikut adalah beberapa alasan mengapa kolaborasi ini sangat penting:

1. **Pemahaman yang Komprehensif:**
Ilmuwan oseanografi dapat menyediakan pengetahuan ilmiah yang mendalam tentang ekosistem laut dan dinamika pesisir. Dengan kolaborasi ini, pemerintah dan masyarakat dapat memahami dampak kebijakan dan tindakan mereka terhadap lingkungan laut secara lebih baik.
2. **Pembuatan Kebijakan yang Efektif:**
Kolaborasi ini memungkinkan pemerintah untuk membuat kebijakan yang didasarkan pada bukti ilmiah. Ilmuwan oseanografi dapat memberikan data dan analisis yang diperlukan untuk merumuskan kebijakan yang efektif dalam melindungi dan mengelola wilayah pesisir.
3. **Penyuluhan dan Kesadaran Masyarakat:**
Ilmuwan oseanografi dapat membantu dalam menyebarkan pengetahuan ilmiah kepada masyarakat melalui pendekatan pendidikan dan penyuluhan. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang lingkungan laut, masyarakat dapat berperan aktif dalam melindungi wilayah pesisir, misalnya dengan mengurangi penggunaan plastik atau mendukung proyek konservasi laut.
4. **Pengelolaan Sumber Daya yang Berkelanjutan:**
Kolaborasi ini memungkinkan pengelolaan sumber daya alam pesisir dan laut yang lebih berkelanjutan. Ilmuwan oseanografi dapat membantu mengidentifikasi zona-zona konservasi yang penting, sementara pemerintah dapat mengimplementasikan kebijakan-kebijakan perlindungan, dan masyarakat dapat mendukung upaya-upaya ini melalui partisipasi aktif.
5. **Tanggapan Cepat terhadap Bencana Alam:**
Dalam situasi bencana alam seperti tsunami atau badai besar, kerja sama antara ilmuwan, pemerintah, dan masyarakat sangat penting. Ilmuwan oseanografi dapat memberikan

peringatan dini dan informasi terkini kepada pemerintah, yang kemudian dapat mengkoordinasikan respons bencana dengan melibatkan masyarakat.

6. Pembangunan Ekonomi yang Berkelanjutan:

Dengan memahami potensi dan keterbatasan sumber daya laut, kolaborasi ini memungkinkan pembangunan ekonomi pesisir yang berkelanjutan. Rencana pengembangan ekonomi seperti pariwisata, perikanan, dan energi terbarukan dapat dirancang dengan mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan laut.

Kolaborasi antara ilmuwan oseanografi, pemerintah, dan masyarakat adalah kunci untuk melindungi wilayah pesisir dengan cara yang efektif dan berkelanjutan. Dengan memahami, menghormati, dan memanfaatkan kekayaan alam laut secara bijaksana, kita dapat memastikan bahwa wilayah pesisir tetap lestari untuk generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arkema, K. K., et al. 2015. Coastal habitats shield people and property from sea-level rise and storms. *Nature Climate Change*, 3, 913-918.
- Briggs, M. J., Fiedler, J. W., Lafferty, K. D., & Cayan, D. R. 2003. "Hotspots of Aggregation and Risk of Large Episodic Upwelling Events in the California Current System." *Marine Ecology Progress Series*, 264, 109-122.
- Coastal Zone Management. 2019. "Climate Change and Coastal Zones: An Overview of Recent Global Studies." Pusat Informasi Pesisir dan Pulau, Departemen Dalam Negeri Amerika Serikat.
- Crippa, P., et al. 2016. "Spatiotemporal patterns of the fossil-fuel CO2 signal in central Europe: Results from a high-density CO2 measurement network." *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16(19), 12861-12878. [<https://acp.copernicus.org/articles/16/12861/2016/>]
- Donald R. Cahoon et al., 2006 "Coastal Zones and Sea-Level Rise: A Global Review"
- Doney, S. C., Ruckelshaus, M., Emmett Duffy, J., et al. 2012. "Climate Change Impacts on Marine Ecosystems." *Annual Review of Marine Science*, 4, 11-37. doi:10.1146/annurev-marine-041911-111611.
- Douve, F. 2008. "The Importance of Marine Spatial Planning in Advancing Ecosystem-Based Sea Use Management." *Marine Policy*, 32(5), 762-771.
- Duce, S., Giordano, P., Monti, S., & Modica, C. 2017. "Monitoring Coastal Environment: An Integrated System for Water Quality and Oceanographic Data Management." *Procedia Environmental Sciences*, 37, 149-156.

- Feagin, R. A., et al. 2010. Shelter from the storm? Use and misuse of coastal vegetation bioshields for managing natural disasters. *Conservation Letters*, 3(1), 1-11.
- GESAMP. 2010. "Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter and Microplastics in the Ocean." Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. United Nations.
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., et al. 2008. "A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems." *Science*, 319(5865), 948-952.
- IOC-UNESCO. 2020. "Ocean Sciences in Support of Sustainable Development." United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - Intergovernmental Oceanographic Commission.
- IPCC. 2019. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. 2007. "Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability" dari Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC)
- Jackson, J. B. C., et al. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293(5530), 629-637.
- Jambeck, J. R., et al. 2015. "Plastic waste inputs from land into the ocean." *Science*, 347(6223), 768-771. [<https://science.sciencemag.org/content/347/6223/768>]
- Jochen Hinkel et al. 2013, "Climate Change and Coastal Zones: An Overview of the State-of-the-Art on Regional and Local Vulnerabilities and Risks" oleh mengulas berbagai aspek ancaman yang dihadapi wilayah pesisir akibat perubahan iklim.

- Levin, N., et al. 2018. "The Contributions of Oceanography to Fisheries Management." *Annual Review of Marine Science*, 10, 19-44.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (n.d.). "How Oceanography Benefits You." NOAA Ocean Service. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/oceanography.html>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (n.d.). "Oil Spills." [<https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/oil-spills>]
- National Research Council. 1990. "Managing Troubled Waters: The Role of Marine Environmental Monitoring." National Academies Press.
- National Research Council. 2010. "Sustaining Ocean Observations to Understand Future Changes in Earth's Climate." National Academies Press.
- Nicholls, R. J., et al. 2007. Coastal systems and low-lying areas. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 315-356).
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2019. "The Role of Ocean Observing Systems in Tsunami Warning." NOAA's National Ocean Service. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/ocean-tsunami.html>
- Patil, P. G., et al. 2018. "Oceanography and Marine Biology: An Annual Review - The Role of Oceanography in Support of Fisheries Management and Policy." Taylor & Francis.
- R. W. G. Carter. 1991. "Managing Coastal Erosion" oleh membahas strategi untuk mengatasi erosi pantai akibat peningkatan permukaan air laut.

- Turner, R. E., & Rabalais, N. N. 2019. "Coastal eutrophication and human health." *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 25(5), 1077-1086. [<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10807039.2018.1504963>]
- U.S. Global Change Research Program. 2018. "Fourth National Climate Assessment, Volume II: Impacts, Risks, and Adaptation in the United States." Dalam: Reidmiller, D. R., et al. (Eds.). U.S. Global Change Research Program.
- UNEP. 2017. "State of the Marine Environment: Global Assessment of the State of the Marine Environment." United Nations Environment Programme. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21219/GESAMPStateMarineEnvironment_2017.pdf?sequence=1]
- UNESCO. 2016. "Ocean Literacy for All: A Toolkit." Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO.
- Valiela, I, et al. 2001. Couplings of watersheds and coastal waters: sources and consequences of nutrient enrichment in Waquoit Bay, Massachusetts. *Estuaries*, 24(5), 926-935.

BIODATA PENULIS



Muhammad Nur Ihsan, S.Pi. M.Si.

Dosen Program Studi Perikanan Tangkap
Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Sulawesi Barat

Penulis Lahir di Wonomulyo Kabupaten Polewali Mandar, tanggal 5 Mei 1983. Setelah lulus dari SMA pada 2001, melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar. Lulus strata satu (S1) sebagai sarjana perikanan pada 2008 pada program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Kemudian melanjutkan strata dua (S2) pada program studi Ilmu Perikanan Universitas Hasanuddin, dan selesai tahun 2014.

Saat ini Penulis adalah dosen Tetap Pada Program Studi Perikanan Tangkap, Jurusan Perikanan Universitas Sulawesi Barat. Penulis juga merupakan Asesor Kompetensi Badan Nasional Standarisasi Profesi (BNSP), Sejumlah publikasi ilmiah telah dihasilkan penulis dan diterbitkan pada jurnal dan prosiding baik level nasional maupun internasional, termasuk menerbitkan Buku Ajar dengan judul "Penangkapan Ikan Terbang" tahun 2022 dan Book Chapter "Teknologi Penangkapan Ikan" dan "Manajemen Pelabuhan Perikanan" di tahun 2023.

BIODATA PENULIS



Ady Jufri

Staf pengajar pada prodi Perikanan Tangkap Jurusan Perikanan
Universitas Sulawesi Barat

Penulis lahir di Waetuwo Kabupaten Bone pada tahun 1988. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2006, melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar. Lulus strata satu (S1) sebagai sarjana perikanan pada 2010 pada prodi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, tahun 2011 melanjutkan strata dua (S2) pada program studi Ilmu Perikanan Universitas Hasanuddin, dan menyelesaikan studi pada tahun 2013.

Saat ini penulis merupakan staf pengajar pada prodi Perikanan Tangkap Jurusan Perikanan Universitas Sulawesi Barat sejak 2018. Penulis juga merupakan Asesor Kompetensi Badan Nasional Standarisasi Profesi (BNSP), menjadi reviewer beberapa jurnal nasional seperti Jurnal Airaha (SINTA 3), Jurnal Nekton dan Jurnal Galung Tropika. Sejumlah publikasi ilmiah telah dihasilkan penulis dan diterbitkan pada jurnal dan prosiding baik level nasional maupun internasional, termasuk menerbitkan Buku dengan judul "Usaha Penangkapan Ikan Laut Dalam" tahun 2021, "Pengantar Ilmu Perikanan dan Kelautan" tahun 2022 serta

"Teknologi Penangkapan Ikan" dan "Manajemen Pelabuhan Perikanan" tahun 2023

BIODATA PENULIS



Dian Puspitasari, S.Kel., M.Si.

Dosen Program Studi Budidaya Perairan
Fakultas Pertanian Universitas Asahan

Penulis lahir di Semarang tanggal 14 April 1986. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian, Universitas Asahan. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu Kelautan dan melanjutkan S2 pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Pantai. Mata kuliah yang pernah diampu adalah Oseanografi Umum, Biologi Laut, Toksikologi Akuakultur. Penelitian yang pernah dilakukan yaitu pengaruh infusa daun mangrove *Excoecaria agallocha* terhadap infeksi bakteri *Aeromonas hydrophyla* pada ikan nila yang dibiayai oleh DIKTI.

BIODATA PENULIS



Dheni Rossarie

Dosen tetap pada Program Studi Akuakultur Universitas
Pendidikan Muhammadiyah Sorong

Penulis lahir di Purbalingga 23 Mei 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Akuakultur Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong. Pendidikan Sekolah Dasar ditamatkan di SD Inpres 113 Sorong, SMP Negeri 1 Sorong, SMA Negeri 1 Sorong. Menyelesaikan pendidikan Program Sarjana (S1) pada jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta, Program Magister (S2) Manajemen Sumber Daya Pantai Universitas Diponegoro. Penulis dapat dihubungi melalui email : dheni.rossarie@gmail.com.

BIODATA PENULIS



Annisa Novita Sari, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Akuakultur
Fakultas Pertanian Universitas Tidar

Penulis lahir di Ponorogo tanggal 8 November 1986. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian, Universitas Tidar. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan dan melanjutkan S2 pada Program Pascasarjana Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan. Penulis menekuni bidang Sumberdaya Perairan dan Lingkungan. Beberapa mata kuliah yang diampu oleh penulis antara lain Oseanografi, Limnologi, Manajemen Kualitas Air, dan AMDAL.

Beberapa penelitian sudah dilakukan oleh penulis dan hasilnya sudah dipublikasikan dalam bentuk artikel jurnal, baik jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional bereputasi. Kegiatan pengabdian kepada Masyarakat juga setiap tahun dilakukan oleh penulis dalam pengaplikasian ilmu yang ditujukan kepada masyarakat.

BIODATA PENULIS



Darsiani, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Akuakultur
Fakultas Peternakan dan Perikanan
Universitas Sulawesi Barat

Penulis lahir di Sulawesi Barat tanggal 31 Juli 1986, dari Ayahanda yang bernama Abdul Rauf Riasang dan Ibunda bernama Siti Khalifah. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Akuakultur, Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Inpres 041 Tandassura, Polewali Mamasa, Sulawesi Barat pada tahun 1998. Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) di SLTP Negeri 1 Tinambung, Polewali Mamasa, Sulawesi Barat dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2001. Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 3 Majene, Banggae, Sulawesi Barat dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2004. Kemudian diterima masuk perguruan tinggi jenjang S1 di Universitas Hasanuddin pada Jalur Penjurangan Bebas Test (JPBT) di Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Jurusan Perikanan, Program Studi Budidaya Perairan pada tahun 2004-2008 dan melanjutkan pendidikan S2 di Universitas Hasanuddin

program studi Ilmu Perikanan pada tahun 2013-2015. Pada tahun 2018 melanjutkan pendidikan jenjang S3 di Institut Pertanian Bogor dengan spesifikasi bidang ilmu akuakultur sampai sekarang.

BIODATA PENULIS



Dr. Wastu Ayu Diamahesa, S.Pi., M.Si.

Dosen pada Program Studi Budidaya Perairan, Universitas
Mataram

Dr. Wastu Ayu Diamahesa, S.Pi., M.Si. Penulis lahir di Padang pada tanggal 1 Maret 1987, Sumatera Barat. Pendidikan sarjananya diselesaikan pada tahun 2010 di Institut Pertanian Bogor (IPB), melanjutkan Pendidikan pascasarjananya pada tahun 2013 dengan mendapatkan beasiswa BPPDN Dikti di kampus yang sama, selama menempuh Pendidikan magister, penulis aktif mengikuti kegiatan internasional seperti *summer course* pada September 2014 (IPB dan beberapa universitas di Jepang seperti Ibaraky University, Tokyo University Agriculture and Technology, Kagawa University, Ehime University, dan Tsukuba University) dan mendapatkan penghargaan sebagai presenter oral ketiga terbaik sehingga mendapatkan beasiswa BOPTN (Bantuan Operasional Perguruan Tinggi Negeri) untuk mengikuti *Winter Course* selama satu minggu di Ibaraky University pada Desember 2014. Penulis mendapatkan beasiswa penuh pertukaran pelajar ke Kochi University untuk menjadi Research Student pada tahun 2015-2016. Setelah menyelesaikan program pertukaran sarjana tersebut, penulis

mendapatkan gelar Master dan mendapatkan tawaran studi ke Ehime University dari Professor sebelumnya untuk S3 ke Jepang dengan beasiswa Pemerintah Jepang (Monbukagakusho). Penulis mendapatkan beasiswa Monbukagakusho menjadi Research Student pada tahun 2017 dan melanjutkan program doctor 2018-2021 dalam bidang akuakultur di Ehime University dengan beasiswa yang sama.

Saat ini, penulis tercatat menjadi Dosen pada Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Mataram dan mengampu mata kuliah: Biokimia, Bahasa Inggris I, Bahasa Inggris II, Budidaya Pakan Alami, Dasar-Dasar Manajemen, Mikrobiologi Dasar, dan Metode Ilmiah. Penulis juga aktif dalam mengikuti kegiatan Tridarma Perguruan Tinggi seperti menulis dalam artikel ilmiah baik nasional maupun Internasional, serta kegiatan pengabdian. Saat ini penulis juga menjadi Reviewer di beberapa jurnal Nasional: DEPIK Unsyiah (Shinta 2), Intek Akuakultur (Shinta 4), Aquaculture Medium (Nasional), Journal of Aquatropica Asia (Nasional), dan Journal of Aquaculture Development and Environment (Nasional).

Penulis juga menjadi Konsultan atau Tim Ahli Perusahaan Perikanan berskala internasional PT. Defish Central Akuatik, Tim Ahli Pusat Unggulan Biosains dan Teknologi Fakultas MIPA, Universitas Mataram, Tim TIBUM (Tim Internasionalisasi dan Bilingualisasi) Universitas Mataram, Tim Kerjasama Internasional Universitas Mataram, Tim Gugus Penjamin Mutu Fakultas Pertanian Universitas Mataram, dan Tim Percepatan IKU Program Studi Budidaya Perairan (IKU 8). Selain itu, penulis juga aktif membina mahasiswa untuk mengikuti Lomba Karya Tulis Ilmiah dan Esai, serta Program Kreativitas Mahasiswa di Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Mataram.

BIODATA PENULIS



Risfany, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Akuakultur
Fakultas Sains Terapan Universitas Pendidikan Muhammadiyah
Sorong

Penulis lahir di Ambon tanggal 12 Juni 1987. Penulis adalah dosen pada Program Studi Akuakultur Fakultas Sains Terapan Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan dan melanjutkan S2 pada Jurusan Manajemen Sumberdaya Kelautan dan Pulau – Pulau Kecil.

Segala puji bagi ALLAH SWT yang telah memberikan daya kepada penulis, untuk menyelesaikan tulisan ini. Sebagai penutup penulis mengucapkan Syukur dan terima kasih atas selesainya tulisan ini yang mana tulisan ini merupakan karya pertama bagi penulis, semoga bermanfaat.

BIODATA PENULIS



Nurfitiri Rahim, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Akuakultur

Fakultas Sains Terapan Universitas Pendidikan Muhammadiyah
Sorong

Penulis lahir di Mandalle tanggal 10 April 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Akuakultur Fakultas Sains dan Terapan, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Perairan pada Universitas Bosowa dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Perikanan universitas Hasanuddin pada tahun 2017. Penulis menekuni bidang perikanan sejak 2010 hingga saat ini dan telah melakukan penelitian dan publikasi berkaitan dengan ilmu perikanan.

BIODATA PENULIS



Sri Wahyuni Firman, S.Pi, M.Si

Dosen Program Studi Akuakultur
Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

Penulis lahir di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan tanggal 06 Mei 1992. Riwayat pendidikan penulis, menyelesaikan Sekolah Dasar di SDN 19 Tamarupa Pangkep Tahun 2004, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 03 Sinjai Utara Tahun 2007, Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 05 Makassar Tahun 2010. Pada tahun 2014 penulis menyelesaikan Sarjana (S1) dibidang Budidaya Perairan, Universitas Hasanuddin dan tahun 2019 mendapat gelar magister (S2) dibidang ilmu Akuakultur, Institut Pertanian Bogor. Penulis merupakan dosen tetap program studi Akuakultur Fakultas Sains Terapan Universitas Pendidikan Muhammadiyah UNIMUDA Sorong sejak tahun 2020.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail.
sriwahyunifirman@gmail.com

BIODATA PENULIS



Dr. Fajriah, S.Pi, M.Si

Dosen Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas
Muhammadiyah Kendari

Penulis lahir di Kota Kendari tanggal 03 Februari 1983. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muhammadiyah kendari. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Universitas Hasanudin, dan melanjutkan S2 pada Program Magister Agribisnis Minat Perikanan Universitas Haluoleo serta menempuh pendidikan S3 pada Program Doktor Ilmu Pertanian Jurusan Agribisnis Universitas Haluoleo. Penulis aktif pada berbagai kegiatan penelitian bidang perikanan tangkap dan pengabdian kepada masyarakat, dari hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat tersebut peneliti telah menghasilkan paten granted, jurnal dan prosiding baik skala nasional maupun internasional terindeks scopus dan Sinta, beberapa buku panduan Teknis bidang perikanan serta beberapa buku referensi bersama penulis lain diantaranya Manajemen

Industri Perikanan, Tingkah Laku Ikan, Pelabuhan Perikanan dan
Ekonomi Perikanan. Email penulis : fajriah@umkendari.ac.id.

BIODATA PENULIS



Dr. Sahabuddin, S.Kel., M.Si.,

Dosen di Universitas Muhammadiyah Parepare pada Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan

Dr. Sahabuddin, S.Kel., M.Si., lahir di (Pinrang) Sulawesi Selatan tanggal 6 Juni 1982, Pendidikan Dasar ditempuh di SDN 106 Pinrang, SLTP Neg 1 Suppa, dan SMU Neg 1 Parepare. Kemudian melanjutkan pendidikan S1 Jurusan Ilmu Kelautan (Selesai 2007), S2 Ilmu Perikanan (Selesai 2014) dan S3 Ilmu Pertanian (Selesai 2020) dengan judul Disertasi “Studi Biometrik dan Variasi Genetik serta Pola Distribusi dan Konektivitas Genetik Ikan Baronang Lingkis *Siganus Canaliculatus* Park, 1797 Dalam Upaya Pelestarian Sumberdaya Genetik Di Perairan Sulawesi Selatan” di Universitas Hasanuddin.

Saat ini penulis merupakan Dosen di Universitas Muhammadiyah Parepare pada Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan. Selain mengajar penulis merupakan Asesor Kompetensi BNSP, rutin mengikuti kegiatan seminar nasional maupun Internasional sebagai pemakalah dan juga aktif melakukan penelitian, pengabdian kepada masyarakat dalam bentuk workshop pelatihan sebagai pembicara yang didanai baik dari LLDikti, berbagai instansi Dinas maupun dari BUMN. Hasil

kajian dan pengabdian dituliskan kedalam berbagai buku, jurnal maupun menuliskan isu di media massa yang telah diterbitkan baik cetak maupun online. Dapat diakses melalui.

<https://scholar.google.ca/citations?user=kuI2y8IAAAAJ&hl=en>

e-Mail : assahab06@gmail.com

HP/Wa : 085242033443