

PENGANTAR ILMU PERIKANAN DAN PERAIRAN

**Juhardin
Rahmawati Tahir
Hamdani
Dimas Rizky Hariyadi
Femiliani Novitasari
Muhammad Nur
Akmaluddin
Dedy Putra Wahyudi
Muhamad Ikbali
Roni Bawole**



GET PRESS INDONESIA

PENGANTAR ILMU PERIKANAN DAN PERAIRAN

Penulis :

Juhardin
Rahmawati Tahir
Hamdani
Dimas Rizky Hariyadi
Femiliani Novitasari
Muhammad Nur
Akmaluddin
Dedy Putra Wahyudi
Muhamad Ikbali
Roni Bawole

ISBN :

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, April 2024

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 Pengantar Ilmu Perikanan Dan Perairan ini.

Buku Ini Membahas Pendahuluan, Konsep, Dan Defenisi, Sistem Perikanan, Subsistem Perairan Tawar, Sumberdaya Perikanan (Vertebrata, Avertebrata Dan Tanaman Air), Subsistem Penangkapan Ikan, Pengelolaan Perikanan, Subsistem Budidaya Perairan, Subsistem Sosial Ekonomi Perikanan, Peraturan Dan Kebijakan Perikanan, Isu-isu Dalam Pembangunan Kelautan Dan Perikanan.

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, April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 PENDAHULUAN, KONSEP DAN DEFINISI	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Konsep Dan Definisi.....	7
DAFTAR PUSTAKA.....	15
BAB 2 SISTEM PERIKANAN	17
2.1 Pendahuluan	17
2.2 Ruang Lingkup Perikanan.....	18
2.2.1 Sistem Lingkungan atau Manajemen Sumber Daya Perairan (Pra Produksi)	18
2.2.2 Penangkapan dan Budidaya Perikanan (Produksi)	19
2.2.3 Teknologi Pengolahan Perikanan.....	20
2.2.4 Sistem Ekonomi (Pemasaran Perikanan).....	21
2.3 Perikanan Skala Kecil di Indonesia	21
2.4 Aspek Ekologi	21
2.5 Aspek Ekonomi	22
2.6 Aspek Sosial.....	23
2.7 Aspek Kelembagaan	23
DAFTAR PUSTAKA.....	25
BAB 3 PERAIRAN TAWAR.....	27
3.1 Pendahuluan	27
3.2 Karakteristik Perairan Tawar	29
3.2.1 Sifat Perairan Tawar.....	30
3.2.2 Siklus Perairan tawar.....	32
3.2.3 Interaksi Perairan Tawar.....	35
3.3 Ekosistem Perairan Lentik (menggenang).....	36
3.3.1 Ekosistem Danau.....	37
3.3.2 Ekosistem Rawa	41
3.3.3 Ekosistem Waduk.....	43
3.4 Ekosistem Perairan Lotik (mengalir).....	46
3.4.1 Ekosistem Sungai	48
3.4.2 Ekosistem Selokan.....	50

DAFTAR PUSTAKA.....	52
BAB 4 SUMBER DAYA PERIKANAN	55
4.1 Pendahuluan	55
4.2 Sumber Daya Perikanan	57
4.2.1 Vertebrata.....	57
4.2.2 Invertebrata	57
4.2.3 Tanaman air	58
4.3 Jenis-Jenis Sumber Daya Perikanan.....	58
4.3.1 Vertebrata.....	58
4.3.2 Invertebrata	65
4.3.3 Tanaman air	73
DAFTAR PUSTAKA.....	76
BAB 5 SUBSISTEM PENANGKAPAN IKAN	83
5.1 Latar Belakang.....	83
5.2 Subsistem Penangkapan Ikan.....	85
5.2.1 Kapal perikanan	85
5.2.2 Mesin Kapal Perikanan	90
5.2.3 Anak buah kapal Perikanan	91
5.2.4 Alat Penangkapan Ikan	92
5.2.5 Alat Bantu Penangkapan Ikan.....	99
DAFTAR PUSTAKA.....	104
BAB 6 PENGELOLAAN PERIKANAN.....	107
6.1 Pendahuluan	107
6.2 Perikanan berkelanjutan.....	108
6.3 Rencana pengelolaan perikanan	109
6.3.1 Membentuk tim perencanaan manajemen	110
6.3.2 Ketersediaan data	111
6.3.3 Persiapan penulisan rencana pengelolaan	113
6.4 Mengembangkan rencana pengelolaan.....	120
6.5 Menentukan tindakan pengelolaan.....	120
6.6 Penutup.....	124
DAFTAR PUSTAKA.....	125
BAB 7 SUBSISTEM BUDIDAYA PERAIRAN	127
7.1 Pengantar Budidaya Perairan	127
7.1.1 Definisi dan Ruang Lingkup Budidaya Perairan	127
7.1.2 Sejarah dan Perkembangan Budidaya Perairan	129

7.1.3 Pentingnya Budidaya Perairan dalam Ketahanan Pangan Global.....	131
7.2 Dasar-Dasar Budidaya Perairan.....	133
7.2.1 Ekosistem Perairan dan Pengaruhnya terhadap Budidaya	133
7.2.2 Biologi dan Fisiologi Ikan Budidaya	135
7.2.3 Prinsip Dasar Budidaya Perairan: Dari Seleksi Hingga Panen	136
7.3 Teknik dan Metode Budidaya Perairan	138
7.3.1 Sistem Budidaya Tradisional dan Modern.....	138
7.3.2 Teknologi Inovatif dalam Budidaya Perairan	140
7.3.3 Integrasi Budidaya Perairan dengan Pertanian (<i>Aquaponics</i>).....	142
7.4 Manajemen Kualitas Air dan Lingkungan.....	144
7.4.1 Monitoring dan Kontrol Kualitas Air.....	144
7.4.2 Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Ikan	146
7.4.2 Pengelolaan Limbah dan Dampak Lingkungan..	148
7.5 Nutrisi dan Pakan dalam Budidaya Perairan	150
7.5.1 Kebutuhan Nutrisi Ikan Budidaya	150
7.5.2 Pengembangan dan Inovasi Pakan Ikan	152
7.5.3 Sistem Pemberian Pakan Efisien dan Berkelanjutan.....	155
7.6 Genetika dan Pemuliaan Ikan.....	157
7.6.1 Teknik Pemuliaan dan Seleksi Ikan	158
7.6.2 Bioteknologi dan Peningkatan Genetik	162
DAFTAR PUSTAKA.....	168
BAB 8 SOSIAL EKONOMI PERIKANAN	175
8.1 Pengantar Sosial Ekonomi Perikanan	175
8.1.1 Definisi dan ruang lingkup sosial ekonomi perikanan.....	175
8.1.2 Aspek ekonomi dalam perikanan	176
8.1.3 Aspek sosial dalam perikanan	177
8.1.4 Pentingnya studi sosial ekonomi dalam pengelolaan perikanan dan perairan.....	178
8.2 Struktur Ekonomi Perikanan.....	179
8.2.1 Analisa value chain dalam sektor perikanan, dari produksi hingga konsumsi.	179

8.2.2 Peran dan kontribusi sektor perikanan terhadap PDB nasional dan lokal.	181
8.3 Komunitas Perikanan dan Dinamika Sosial	183
8.3.1 Kondisi sosial dan ekonomi komunitas perikanan tradisional dan modern.....	183
8.3.2 Dampak perubahan lingkungan dan kebijakan perikanan terhadap komunitas lokal.	184
8.3.3 Kebijakan dan Pengelolaan Perikanan	185
8.4 Tantangan dan Masa Depan Sosial Ekonomi Perikanan	188
8.4.1 Tantangan yang dihadapi oleh sektor perikanan, termasuk perubahan iklim, pencemaran, dan overfishing.	188
8.4.2 Inovasi dan solusi untuk mengatasi tantangan tersebut dan memajukan sosial ekonomi perikanan.....	189
DAFTAR PUSTAKA.....	192
BAB 9 PERATURAN DAN KEBIJAKAN PERIKANAN....	195
9.1 Pendahuluan	195
9.1.1 Latar Belakang	195
9.2 Kebijakan Nasional Perikanan	197
9.2.1 Analisis Kebijakan dalam 5 Tahun Terakhir	198
9.2.2 Evaluasi Implementasi Kebijakan	200
9.2.3 Dampak Kebijakan pada Sektor Perikanan	201
9.3 Peraturan Perlindungan Lingkungan dalam Sektor Perikanan.....	203
9.3.1 Tinjauan Peraturan Perlindungan Lingkungan..	204
9.3.2 Implementasi Peraturan dan Dampaknya pada Lingkungan	205
9.4 Perizinan dan Pengawasan Usaha Perikanan	207
9.4.1 Proses Perizinan Usaha Perikanan	207
9.4.2 Sistem Pengawasan untuk Kepatuhan Terhadap Peraturan	208
9.5 Kebijakan Penangkapan Ikan	210
9.5.1 Analisis kebijakan penangkapan ikan.....	210
9.5.2 Upaya Mengatasi Overfishing dan Illegal Fishing.....	212

9.6 Pengelolaan Kawasan Konservasi Perikanan	213
9.6.1 Pengenalan Kawasan Konservasi Perikanan	214
9.6.2 Evaluasi Pengelolaan Kawasan Konservasi.....	215
9.7 Pengelolaan Data dan Informasi Perikanan	217
9.7.1 Kebijakan Pengelolaan Data dan Informasi.....	217
9.7.2 Pentingnya Data Akurat dalam Pengambilan Keputusan.....	218
9.8 Kolaborasi Internasional dalam Kebijakan Perikanan	221
9.8.1 Kerjasama Indonesia dengan Negara Lain dalam Bidang Perikanan.....	221
9.8.2 Manfaat dan Tantangan dari Kolaborasi Internasional dalam Pengelolaan Perikanan.....	222
DAFTAR PUSTAKA.....	225
BAB 10 PERMASALAHAN DAN ANCAMAN	
WILAYAH PESISIR DAN LAUT	229
10.1 Pendahuluan.....	229
10.2 Masalah Dan Ancaman Utama	231
10.2.1 Kehilangan Habitat	232
10.2.2 Eksploitasi Berlebihan	233
10.2.3 Eutrofikasi Dan Hipoksia	235
10.2.4 Polusi.....	236
10.2.5 Spesies Invasif	238
10.2.6 Salinitas Yang Berubah	239
10.2.7 Perubahan Sedimentasi.....	240
10.2.8 Perubahan Iklim	240
10.2.9 Pengasaman Laut	242
10.2.10 Penyakit.....	243
10.2.11 Sampah Plastik	244
10.3 Mengelola Masalah Dan Ancaman	245
10.4 Penutup	248
DAFTAR PUSTAKA.....	249
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Indonesia	2
Gambar 3.1. Zona Danau	41
Gambar 4.1. Ikan Vertebrata	60
Gambar 4.2. Mamalia Laut Vertebrata	61
Gambar 4.3. Reptil Air Vertebrata	62
Gambar 4.4. Burung Air Vertebrata	64
Gambar 4.5. Amfibi Vertebrata	65
Gambar 4.6. Udang	67
Gambar 4.7. Kerang	68
Gambar 4.8. Cumi-Cumi	70
Gambar 4.9. Lobster	71
Gambar 4.10. Kepiting	72
Gambar 4.11. Enceng Gondok	73
Gambar 4.12. Lotus	73
Gambar 4.13. Lemna	74
Gambar 4.14. Hydrilla	74
Gambar 4.15. Salvinia	75
Gambar 5.1. Kapal perikanan tradisional	87
Gambar 5.2. Kapal Perikanan Modern	89
Gambar 5.3. Alat Tangkap Jaring	98
Gambar 5.4. Alat Tangkap Pancing	99
Gambar 5.5. Konstruksi Rumpon	102
Gambar 7.1. Fenomena Eutrikfikasi sebagai dampak polusi dari limbah pakan budidaya perikanan.	134

BAB 1

PENDAHULUAN, KONSEP DAN DEFINISI

Oleh Juhardin

1.1 Pendahuluan

Indonesia adalah negara kepulauan dengan wilayah geografis yang berbeda dengan negara lain, terletak pada posisi silang antara dua benua yaitu Asia dan Australia, dan dua samudra yaitu Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Posisi silang ini menyebabkan kondisi laut dan daratan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh kondisi-kondisi yang berkembang di kedua benua dan samudra tersebut. Perubahan musim dan tekanan udara di benua Asia dan Australia misalnya menyebabkan berkembangnya angin musim di Indonesia yang selanjutnya menentukan musim hujan dan musim kemarau. Pola angin musim mempengaruhi arus air laut di permukaan. Hubungan antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia di daerah khatulistiwa hanya dapat terjadi lewat perairan di Indonesia. Pertukaran massa air antara kedua Samudra melewati banyak selat yang bertebaran di antara pulau-pulau di Nusantara yang kemudian mempengaruhi kehidupan dalam laut. Beberapa jenis ikan yang beruaya (migrasi) menggunakan selat-selat di Nusantara sebagai koridor penting yang harus dilewatinya dalam ruaya tersebut. Kekayaan akan jenis biota laut juga sangat besar termasuk dasar laut di Nusantara menampilkan wujud yang sangat kompleks. Hampir segala bentuk topografi dasar laut dapat dijumpai di Indonesia antara lain paparan dangkal, terumbu karang, lereng yang curam dan landai, gunung api bawah laut, palung laut dalam, basin atau pasu yang terkurung dan sebagainya. Kesemua kondisi geografis di atas telah memberikan gambaran akan potensi

wilayah Indonesia dalam segala aspek kehidupan manusia (Nontji, 1993).



Gambar 1.1. Peta Indonesia

Sumber: <https://kumparan.com/lampu-edison/peta-laut-baru-indonesia>

Indonesia dengan potensi geografis yang demikian dimana laut merupakan wilayah terbesar dibanding daratan telah memberikan kemanfaatan untuk segala penggunaan keperluan manusia meliputi :

1. Perikanan

Pemanfaatan laut sebagai kegiatan perikanan telah diupayakan sebagai upaya eksatraksi sumberdaya perikanan untuk pemenuhan kebutuhan pangan dari hasil laut melalui penangkapan dan kegiatan budidaya. Hal ini ditunjang oleh potensi laut sendiri sebagai pusat kegiatan perikanan.

2. Transportasi

Laut sejak zaman dahulu telah dikenal sebagai media transportasi yang dapat dilihat dari relief candi sebagai peninggalan sejarah. Seiring dengan perkembangan teknologi, maka laut semakin dijadikan media transportasi yang menghubungkan antara negara-negara di dunia dan

- melewati wilayah Indonesia sebagai konsekuensi letak geografis Indonesia.
3. **Pertambangan**
Upaya pemanfaatan laut dalam bidang pertambangan dilakukan melalui penambangan dari dasar laut khususnya pengeboran minyak dan gas bumi karena potensinya yang sangat besar di Indonesia.
 4. **Bahan baku obat-obatan**
Dengan perkembangan teknologi maka semakin diketahui bahwa beberapa biota laut dapat diekstraksi menjadi bahan baku untuk keperluan berbagai jenis obat-obatan dan kosmetika
 5. **Energi**
Energi khususnya energi listrik saat ini telah dikembangkan dari laut melalui pemanfaatan energi akibat perbedaan sifat kimia air laut: suhu air laut, gelombang, pasang surut dan angin di laut.
 6. **Rekreasi dan pariwisata**
Kegiatan pariwisata telah dikembangkan melalui pemanfaatan laut khususnya pantai sebagai spot untuk rekreasi. Juga pengembangan pesona bawah laut sebagai area wisata untuk penyelaman dan yang lainnya.
 7. **Pendidikan dan penelitian**
Laut dengan berbagai potensi dan keunikannya telah mendorong para ilmuwan untuk menjadikannya sebagai tempat penelitian dengan banyaknya kondisi laut yang dapat mempengaruhi kondisi global baik iklim dan kehidupan manusia.
 8. **Konservasi alam**
Dengan segala potensi laut yang ada, maka berbagai upaya perlindungan laut telah dilakukan untuk melindungi dan melestarikan lingkungan alam laut melalui upaya-upaya antara lain penetapan wilayah konservasi dan lainnya
 9. **Pertahanan Keamanan**
Dengan posisi strategis Indonesia dengan wilayah laut yang luas, maka pertahanan keamanan melalui laut sangat

penting untuk keutuhan wilayah NKRI dari berbagai ancaman.

Indonesia dengan posisi strategisnya seperti telah diuraikan sebelumnya telah memberikan arti penting bagi perikanan di Indonesia. Dengan anugrah Tuhan YME sebagai negara dengan garis pantai terpanjang kedua didunia setelah Chili memiliki potensi perikanan dan sumberdaya perikanan yang melimpah. Selain itu dengan wilayahnya yang terdiri dari pulau-pulau dimana kurang lebih 17.000 pulau yang tersebar dari pada 4 pulau besar mempunyai potensi sumberdaya perikanan yang sangat besar. Data Komisi Nasional Pengkajian Stok Ikan tahun 2022 memperkirakan terdapat 12,01 juta ton ikan yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan perikanan tangkap, demikian pula potensi budidaya perikanan. Data FAO tahun 2022 juga mencatat bahwa Indonesia menjadi produsen terbesar kedua perikanan setelah Tiongkok.

Perikanan dalam sejarah peradaban manusia telah dikenal sejak zaman prasejarah sebagai entitas manusia dalam memenuhi kehidupan hidupnya dan terus berkembang dalam berbagai kajian dizaman modern ini. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh luas wilayah laut diseluruh dunia dimana aktivitas yang bertumpu dilaut telah dilakukan sejak nenek moyang bangsa-bangsa di dunia.

Pengertian perikanan secara spesifik dapat ditemukan dalam beberap definisi sebagai berikut :

1. Perikanan atau *fishery* oleh *Merriam-Webster Dictionary* adalah sebuah kegiatan, industri atau musim pemanenan ikan atau hewan laut lainnya seperti kerang-kerangan (*shellfish*), rumput laut dan mamalia laut serta sumberdaya hayati lainnya.
2. Dalam *Encyclopedia Brittanica* mendefinisikan perikanan sebagai pemanenan ikan, kerang-kerangan (*shellfish*) dan mamalia laut.
3. Hempel dan Pauly (2004) mendefinisikan perikanan sebagai kegiatan eksploitasi sumberdaya hayati dari laut.

4. Lackey (2005) mendefinisikan perikanan sebagai suatu sistem yang terdiri dari tiga komponen yaitu biota perairan, habitat biota dan manusia sebagai pengguna sumberdaya tersebut.
5. Lackey (2005) *dalam* Fauzi (2010) membagi definisi perikanan dalam kelompok berdasarkan sifat :
 - a. Jenis lingkungan meliputi perikanan air tawar, danau, laut, sungai dan bendungan
 - b. Metode pemanenan meliputi perikanan trawl, purse seine dan lain lain.
 - c. Jenis akses yang diizinkan meliputi perikanan akses terbuka (*open acces*), perikanan terbuka dengan regulasi, perikanan dengan akses terbuka.
 - d. *Concern* organisme, contoh: perikanan salmon, udang, tuna, kepiting, dll
 - e. Berdasarkan tujuan penangkapan meliputi perikanan komersial, perikanan subsistem rekreasi.
 - f. Berdasarkan hewan target yang sumbernya dari alam antara lain total dari alam, semi budidaya dan total budidaya.
6. Perikanan menurut definisi dalam Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan yang telah diubah dalam Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009, adalah kegiatan yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya ikan dan lingkungannya mulai dari praproduksi, produksi, pengolahan sampai dengan pemasaran yang dilaksanakan dalam suatu sistem.

Dari beberapa pengertian diatas dapat diketahui bahwa perikanan adalah sebuah sistem yang kompleks yang sedikitnya melibatkan tiga komponen utama yaitu biota, lingkungan dan manusia sebagai satu kesatuan. Sedangkan perairan bila dimaknai sebagai bagian dari ruang lingkup perikanan adalah lingkungan hidup yang mencakup berbagai jenis air seperti sungai, danau, rawa, laut dan sumberdaya air lainnya sebagai satu kesatuan antara biota dan lingkungan serta manusianya.

Perairan dapat dikelompokkan secara umum atas dua kelompok besar yaitu perairan tawar dan perairan payau.

1. Perairan tawar, adalah cabang dari ilmu perikanan yang khusus mempelajari aspek-aspek yang terkait dengan ekosistem perairan tawar baik dalam konteks alami maupun budidaya.
2. Perairan payau, adalah bagian dari ilmu perikanan yang berfokus pada pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya perikanan diperairan dengan kandungan garam yang lebih rendah daripada air laut tetapi lebih tinggi dari air tawar seperti estuaria, muara sungai dan daerah aliran sungai yang terpengaruh oleh pasang surut.

Dari penjelasan diatas, maka konsep dan definisi dari ilmu perikanan dan perairan adalah disiplin ilmu yang berkaitan dengan manajemen dan studi ekosistem perairan termasuk budidaya ikan dan organisme akuatik lainnya, konservasi sumberdaya periran, ekologi perairan dan aspek-aspek lainnya yang terkait dengan lingkungan perairan. Termasuk didalamnya adalah kajian tentang keberlanjutan ekosistem perairan, reproduksi ikan, biologi perikanan, teknik penangkapan ikan dan pengaruh aktivitas manusia terhadap populasi ikan dan lingkungan perairan

Beberapa kajian atau bidang ilmu yang terkait dengan konsep ilmu perikanan dan perairan dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Ekologi Perairan, yaitu studi tentang interaksi antara organisme hidup dan lingkungan perairan termasuk pemahaman yang melibatkan siklus biogeokimia, struktur trofik dan dinamika ekosistem perairan.
2. Budidaya ikan dan Aquakultur, yaitu studi pembesaran dan pemeliharaan ikan yang meliputi praktek budidaya dan pengelolaan organisme akuatik untuk produksi pangan dan sumberdaya lainnya. Termasuk didalamnya adalah seleksi genetik, manajemen nutrisi, penyakit dan teknologi budidaya.

3. Manajemen sumberdaya perairan, yaitu studi tentang pengelolaan sumberdaya perairan untuk memastikan kelangsungan hidup dan produktivitasnya yang melibatkan pengaturan tangkapan ikan, perlindungan habitat dan pengelolaan zona pesisir.
4. Oseanografi, yaitu studi tentang lautan dan segala komponennya termasuk geologi dasar laut, ombak, arus dan kondisi laut lainnya.
5. Hidrologi, yaitu studi tentang daya air, siklus air, distribusi air di bumi dan pengelolaan air untuk keperluan manusia dan lingkungan.
6. Konservasi dan restorasi perairan, yaitu studi tentang upaya melindungi dan memulihkan ekosistem perairan yang terancam atau terganggu yang melibatkan pelestarian habitat, pengendalian populasi dan rehabilitasi ekosistem.
7. Teknologi sensor dan pemantauan, yaitu penerapan teknologi untuk pemantauan dan pengelolaan perairan seperti sensor jarak jauh, penginderaan jarak jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG).
8. Keberlanjutan dan perubahan iklim, yaitu studi untuk penanganan dampak perubahan iklim terhadap ekosistem perairan dan melibatkan strategi untuk mengurangi dampak negatif,
9. Ekonomi perikanan, yaitu studi tentang aspek ekonomi dalam kegiatan perikanan dan pengelolaan sumberdaya perairan.
10. Kesehatan akuatik, yaitu studi tentang kesehatan organisme akuatik termasuk pencegahan dan pengendalian penyakit dalam populasi ikan dan makhluk akuatik lainnya.

1.2 Konsep Dan Definisi

Ilmu perikanan dan perairan adalah disiplin ilmu yang berkaitan dengan manajemen dan studi ekosistem perairan termasuk budidaya ikan dan organisme akuatik lainnya, konservasi sumberdaya perairan, ekologi perairan dan aspek-aspek lainnya yang terkait dengan lingkungan perairan. Termasuk didalamnya adalah kajian tentang keberlanjutan

ekosistem perairan, reproduksi ikan, biologi perikanan, teknik penangkapan ikan dan pengaruh aktivitas manusia terhadap populasi ikan dan lingkungan perairan.

Lebih lanjut bila perikanan dikaji sebagai bagian khusus keilmuan maka diketahui bahwa kegiatan perikanan merupakan kegiatan manusia yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya hayati perairan yang tidak dibatasi secara tegas dan pada umumnya mencakup ikan, amfibi dan beberapa avertebrata penghuni perairan dan wilayah yang berdekatan serta lingkungannya. Dari pengertian tersebut maka kajian lanjutan perikanan mencakup aspek :

1. Perikanan budidaya

Perikanan atau lebih dikenal dengan budidaya perairan (*aquakulture*) adalah suatu seni atau kreasi manusia yang memadukan ilmu dan teknologi dalam memanipulasi sumberdaya perairan dan sumberdaya ikan dalam tujuan pemeliharaan, pembesaran dan menumbuhkan organisme perairan secara terkontrol. Kegiatan ini telah berlangsung selama 4000 tahun yang bermula dari China dan kemudian menyebar ke negara negara Asia Tenggara. Di Indonesia perikanan budidaya telah berlangsung kurang lebih 6 abad yang lalu baik budidaya ikan air tawar maupun air payau (Feliatra, 2004).

Budidaya perikanan menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Perikanan adalah kegiatan untuk memelihara, membesarkan dan/atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkat, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah dan/atau mengawetkan.

Berdasarkan pengertian diatas, maka ruang lingkup kegiatan dan proses pembudidayaan ikan adalah :

- a. Pembenihan organisme perairan

Pembenihan yaitu serangkaian kegiatan dari pembudidayaan ikan yang meliputi kegiatan pemeliharaan induk, pemijahan, penetesan telur dan pemeliharaan larva yang dilakukan secara terkontrol

dan minimal memenuhi persyaratan standar yang lebih dikenal dengan 7 (tujuh) tepat yaitu: tepat spesies (varietas), tepat ukuran, tepat mutu, tepat jumlah, tepat waktu, tepat tempat dan tepat harga.

b. Pendederan organisme perairan

Pendederan ikan adalah kegiatan memelihara ikan dari umur 4 atau 5 hari sampai 3 atau 4 minggu dan setelah mencapai ukuran tertentu, dipanen dan dijual kepada petani yang khusus membesarkan ikan dengan kondisi tertentu seperti pembudidaya ikan keramba apung atau yang lainnya.

c. Pembesaran organisme perairan

Pembesaran ikan merupakan usaha pemeliharaan untuk menghasilkan ikan atau organisme perairan lain untuk tujuan konsumsi dengan menggunakan berbagai wadah budidaya seperti kolam sederhana, kolam air deras, jaring apung, tambak sederhana, tambak intensif dan lain-lain.

d. Panen

Pemanenan adalah pengambilan organisme hasil budidaya yang dilakukan dengan berbagai cara dengan tujuan untuk memastikan hasil budidaya dapat dijual atau dikonsumsi dengan baik.

e. Penanganan hasil panen

Penanganan hasil panen yaitu kegiatan yang dilakukan untuk menjaga hasil panen agar tetap terjaga kualitas organismenya sampai ketangan konsumen dengan menggunakan cara sederhana atau dengan teknologi.

2. Penangkapan dan pemanfaatan sumberdaya perikanan

Penangkapan dan pemanfaatan sumberdaya perikanan atau biasa dikenal dengan kegiatan penangkapan adalah aktivitas menangkap ikan dalam pengertian yang lebih luas dengan menggunakan alat tangkap baik sederhana maupun moderen.

Penangkapan ikan menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Perikanan adalah kegiatan untuk

memperoleh ikan diperairan yang tidak dalam keadaan dibudidayakan dengan alat atau cara apapun, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah dan atau mengawetkan. Dari pengertian tersebut dapat diketahui bahwa perikanan tangkap dapat dilakukan di laut maupun diperairan tawar seperti danau dan sungai.

Dalam perkembangannya, perikanan tangkap sekarang sudah diarahkan pada aspek keberlanjutan yaitu konsep perikanan yang selain mempertimbangkan aspek ekonomi (keuntungan) juga aspek kelestarian sumberdaya dan habitat. Hal ini mendorong penggunaan teknologi yang disesuaikan dengan tujuan keberlanjutan perikanan tangkap. Sudirman (2008) memberikan beberapa persyaratan terhadap penggunaan alat tangkap berwawasan lingkungan:

- a. Tidak membahayakan kelestarian target spesies
- b. Tidak mengakibatkan tertangkapnya atau terancamnya kehidupan hewan dan tanaman air yang dilindungi.
- c. Aman bagi keanekaragaman hayati
- d. Tidak mengganggu keseimbangan ekologis termasuk rendahnya *bycatch* dan *discard* yang ditimbulkan.
- e. Tidak merusak habitat
- f. Tidak membahayakan keselamatan pelaku penangkapan ikan dan konsumen
- g. Bersifat menguntungkan dan dapat diterima oleh masyarakat.

Komponen-komponen dalam perikanan tangkap yakni unsur pendukung agar perikanan tangkap berjalan sesuai dengan tujuan secara optimal meliputi:

- a. Sumberdaya ikan
- b. Alat penangkapan ikan
- c. Kapal penangkap ikan
- d. Tenaga kerja
- e. Alat bantu penangkap ikan
- f. Daerah penangkapan ikan
- g. Pelabuhan perikanan

3. Sosial Ekonomi Perikanan

Sosial Ekonomi Perikanan yang biasa dikenal dengan Sosek Perikanan adalah cabang ilmu perikanan yang mempelajari masalah-masalah sosial dan ekonomi yang ada dalam perikanan, yang didukung oleh beberapa kajian ilmu yaitu sosiologi, psikologi, pedagogi dan yang lainnya serta ilmu ekonomi itu sendiri dengan manfaat memberikan cakupan yang lebih luas pada pertimbangan ekonomi bagi suatu usaha untuk masyarakat nelayan (Fauzi, 2010). Berdasarkan peran tersebut, maka manfaat sosial ekonomi perikanan dalam bidang perikanan menurut Feliatra (2004) antara lain:

- a. Memberi ruang lingkup yang lebih luas pada bidang perikanan tidak hanya dibidang teknis tetapi juga bidang kemasyarakatan dan ekonomi.
- b. Memberi rekomendasi tentang kelayakan usaha perikanan komersial yang akan dimulai.
- c. Memberikan pertimbangan ekonomi terhadap setiap usaha perikanan yang komersial baik usaha berskala kecil maupun skala besar yang telah berjalan.
- d. Memberi rekomendasi yang bermutu bagi pembangunan masyarakat nelayan maupun petani kecil.

4. Teknologi hasil perikanan

Teknologi hasil perikanan secara luas diartikan sebagai segala sesuatu yang menyangkut perlakuan dalam pengolahan hasil perikanan, mulai dari pemanenan/penangkapan sampai penggunaan terakhir konsumen. Secara teknis, teknologi hasil perikanan merupakan suatu ilmuterapan yang menerapkan teknik teknik tertentu pada penanganan dan pengolahan hasil perikanan, yang bertujuan untuk mengawetkan dan meningkatkan mutu serta nilai tambah dari hasil perikanan (Feliatra, 2024).

Hasil perikanan tergolong baham makanan cepat rusak (*perishable food*) sehingga perlu diolah menjadi

berbagai bentuk dan jenis pangan lainnya. Secara umum perlakuan-perlakuan ini dikenal sebagai penanganan pasca panen lingkup yang lebih luas lagi adalah industri hasil perikanan.

Dalam industri perikanan, Teknologi hasil perikanan diposisikan sebagai industri perikanan sekunder, dimana industri perikanan primer adalah bidang penangkapan dan budidaya perikanan; sedangkan industri perikanan tersier adalah bidang sosial ekonomi perikanan (Feliatra dkk, 2004).

Penanganan pasca panen termasuk pengolahan dan pengawetan memanfaatkan keterpaduan teknologi yang diharapkan mampu:

- a. Mencegah proses pembusukan hasil perikanan setelah dipanen atau ditangkap,
- b. Diversifikasi (keanekaragaman) produk-produk hasil perikanan,
- c. Memperluas atau memperpanjang jangkauan pemasaran hasil perikanan,
- d. Meningkatkan pendapatan nelayan.

5. Manajemen Sumberdaya Perairan

Manajemen adalah sebuah istilah yang secara umum dapat diartikan sebagai suatu upaya pengaturan atau pengelolaan yang dimulai dari perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan evaluasi yang dilakukan untuk mencapai tujuan. Sedangkan sumber daya perairan adalah semua potensi perairan yang meliputi masukan atau imput dari perairan itu sendiri. Secara sederhana yang dimaksud dengan manajemen sumber daya perairan adalah suatu kegiatan pengelolaan sumberdaya perairan mulai dari perencanaan sampai evaluasi untuk mencapai tujuan yang ditetapkan.

Sumber daya perairan secara umum terdiri atas perairan tawar dan asin (laut). Perairan tawar dapat kita temukan dalam bentuk danau, waduk, situ, kolam, kolam, genangan, rawa, *oxbow*, *lake* (genangan air yang terbentuk

dari belokan sungai yang terputus), dan bentuk lain. Sedangkan perairan asin dapat berupa estuaria, perairan pesisir (teluk, fyord, padang lamun, terumbu karang, selat, dan lautan).

Berbagai tipe dari ekosistem tersebut masing-masingnya memiliki karakteristik sendiri-sendiri, baik topografi, ekologi, habitat dan makhluk hidupnya. Sehingga memerlukan cara pengolahan (manajemnnnya) yang berbeda.

Khususnya perairan tawar sampai saat ini sebagian besar limbah cair dan padat yang berasal dari kegiatan yang dilakukan manusia dan diperkirakan akan merusak kualitas perairan. Berbeda dengan SDP tawar, perairan laut tidak terlalu tergantung pada daerah daratan dengan *catchemen* areanya, Pengolahan SDP laut ini semakin sulit untuk dilakukan karna keterbatasan sarana dan prasana penegak hukum untuk mengawasinya, Sebagian juga karna berbatasan langsung dengan perairan negara tetangga yang kemungkinan pengaturan dan pemanfaatan dan pengolahan SDP perairan tidaklah sama antara negara tetangga. Di perairan laut indonesia terdapat berbagai sumber daya dapat di perbaharui (*renewable resources*) dan yang tak dapat diperbaharui (*non renewable resources*). Pemanfaatan SDA perairan laut terus berkembang dalam bentuk perikanan maju, Namun perikanan teradisional tetap berlangsung di perairan pesisir dan perairan pedalaman, terutama untuk memenuhi kebutuhan akan pangan (khususnya protein ikan), energi, bahan baku, perluasan lapangan kerja dan peningkatan pendapatan negara.

Pemanfaatan SDP begitu besar memerlukan perhatian khusus dalam upaya untuk meningkatkan khasanah pengetahuan dan penyediaan data kasar yang melandasi perencanaan pengembangnya. Ketersediaan tenaga-tenaga terampil, terlatih, terdidik dan memiliki kemampuan serta motivasi yang besar untuk bekerja dibidang kelautan akan sangat memacu pemanfaatan SDP laut.

Secara umum pemanfaatan dan pengolahan dari perairan umum (tawar) dan perairan laut digunakan untuk memudahkan pengolahannya terutama untuk orientasi pembangunan perikanan dapat dibagi dalam istilah sebagai berikut:

- a. Perairan umum (*open waters/inland waters*) adalah bagian dari permukaan bumi secara permanen atau berkala digenangi air, baik air tawar, air payau maupun air laut. Perairan tawar menyebar mulai dari air surut laut terendah ke arah daratan dan badan air tersebut terbentuk secara alami atau buatan (waduk/kolam).
- b. Perairan umum tidak dimiliki oleh perorangan atau milik bersama(*common property*) dan mempunyai fungsi politik, ekonomi, sosial, budaya, pertahanan dan keamanan serta digunakan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat.
- c. Perairan umum meliputi sungai, danau dan perairan tawar lainnya

Ilmu perairan dalam praktek perikanan lebih banyak dikaitkan dengan kajian tentang perairan selain di laut berupa perairan payau dan perairan tawar.

1. Perairan Payau

Perikanan Perairan Payau adalah bagian dari ilmu perikanan yang berfokus pada pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya perikanan di perairan yang biasanya merupakan pertemuan antara air laut dan air tawar dengan karakteristik wilayah memiliki salinitas atau kandungan garam yang lebih rendah daripada air laut tetapi lebih tinggi daripada air tawar, seperti estuaria, muara sungai, dan daerah aliran sungai yang terpengaruh oleh pasang-surut.

2. Perairan Tawar

Perikanan Perairan Tawar adalah cabang dari ilmu perikanan yang khusus mempelajari aspek-aspek yang terkait dengan ekosistem perairan tawar, baik dalam konteks alami maupun budidaya

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. Sejarah Maritim Indonesia. Dewan Maritim Indonesia. Jakarta
- Dahuri, R. 2003. Keankeragaman Hayati Laut. Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia.
- Fauzi, A. 2010. Ekonomi Perikanan: Teori, Kebijakan dan Pengelolaannya. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- Feliatra, dkk. 2004. Pengantar Perikanan dan Ilmu Kelautan. Faperika Press. Riau
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta.
- Sudirman. 2008. Menuju Paradigma Penangkapan Ikan Ramah Lingkungan Sebagai Implementasi dari *Sustainable Fishery Development*. Orasi Ilmiah Unhas Makassar.
- Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan

BAB 2

SISTEM PERIKANAN

Oleh Rahmawati Tahir

2.1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara bahari dan menjadi salah satu negara kepulauan terbesar di dunia. Sektor kelautan dan perikanan memiliki potensi besar karena menyimpan kekayaan sumber daya alam laut yang melimpah dan dibutuhkan umat manusia untuk memenuhi kebutuhan nutrisi harian tubuhnya. Selain itu potensi ini juga sebagai katalisator dan dinamisator dalam pembangunan perekonomian di Indonesia (Mustaruddin dkk, 2020) sebab memiliki nilai ekonomis yang tinggi, menciptakan lapangan kerja dan sangat dibutuhkan pasar global.

Sistem perikanan merupakan suatu komponen yang saling berhubungan dan terorganisir dengan tujuan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya perikanan. Pengelolaan dan pemanfaatan potensi sumber daya perikanan harus dilakukan secara optimal oleh seluruh lapisan masyarakat agar memperoleh hasil ekonomi yang maksimal. Pengelolaan perikanan meliputi segala upaya yang dilakukan termasuk proses yang terintegrasi dalam mengumpulkan informasi yang dibutuhkan, analisis dan perencanaan, konsultasi, pembuatan keputusan yang berkenaan dengan regulasi, alokasi sumberdaya perikanan, dan implementasi serta penegakan hukum dari peraturan perundang-undangan di sektor perikanan yang dilakukan oleh pemerintah maupun otoritas lain yang diarahkan untuk mencapai kelangsungan produktivitas sumberdaya perikanan di perairan sesuai dengan tujuan yang telah disepakati (UU Perikanan, Pasal 1, Nomor 7). Adapun tugas utama dalam pengelolaan perikanan yaitu untuk memastikan proses penangkapan ikan tidak melebihi kemampuan populasi perikanan untuk bertahan dan

tidak menimbulkan kekacauan berupa pengrusakan terhadap lingkungan laut dan tidak mengganggu produktivitas dari ikan yang sedang dikelola dan dikembangkan. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan dan berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan dan lingkungannya mulai dari praproduksi, produksi, pengolahan sampai pemasaran yang dilakukan dalam suatu sistem bisnis perikanan (UU No. 31 Tahun 2004). Dengan demikian perikanan dianggap sebagai usaha agribisnis yang menjanjikan.

Struktur sistem perikanan secara umum terbagi menjadi 3 sistem utama, yaitu: (1) sistem alam (*natural system*) yang berkaitan dengan spesies ikan, ekosistem kelautan dan lingkungan biofisik; (2) sistem manusia (*human system*) yang berkaitan dengan sumber daya manusia seperti nelayan, pengolah, konsumen rumah tangga, komunitas perikanan, eksportir perikanan, dan lain-lain; dan (3) sistem pengelolaan perikanan (*fishery management system*) yang berkaitan dengan kebijakan dan perencanaan perikanan, pengelolaan perikanan dan pembangunan di sektor perikanan.

2.2 Ruang Lingkup Perikanan

2.2.1 Sistem Lingkungan atau Manajemen Sumber Daya Perairan (Pra Produksi)

Sumberdaya ikan adalah semua jenis ikan termasuk biota-biota lainnya yang berada di wilayah perairan baik laut, sungai, danau maupun rawa. Pengolahan sumberdaya ikan adalah segala upaya yang dilakukan untuk tujuan agar sumberdaya ikan dapat dimanfaatkan secara optimal, terus menerus dan berkesinambungan. Pemanfaatan sumberdaya ikan adalah kegiatan penangkapan ikan dan/ atau pembudidayaan ikan sesuai dengan UU RI No. 9 tahun 1985. Tujuan pemanfaatan perikanan adalah untuk mencukupi kebutuhan harian umat manusia mulai dari sektor pangan (konsumsi harian), kreatif maupun kecantikan. Upaya pengelolaan dalam kegiatan pemanfaatan sumberdaya perikanan perlu diperbaiki dan ditingkatkan karena Indonesia memiliki potensi yang menjanjikan untuk itu. Harapannya upaya tersebut mampu

meningkatkan hasil tangkapan dan produksi budidaya yang dilakukan oleh para nelayan baik secara kualitas maupun jumlah dengan tetap memerhatikan aspek kelestarian sumberdaya perairan sehingga kerusakan terhadap stok sumberdaya perikanan dapat dihindari.

Pengelolaan sumberdaya perikanan adalah tanggung jawab berbagai kalangan mulai dari masyarakat umum, para pelaku utama-menengah-kecil, hingga pemerintah. Oleh sebab itu komunikasi yang terjadi antar para *stakeholder* tersebut perlu dibina dengan baik. Salah satu cara menjalin komunikasi tersebut dengan menciptakan sebuah sistem informasi. Informasi tersebut akan menjadi dasar pertimbangan dan data bagi para *stakeholder* mengenai kondisi secara kualitas maupun kuantitas) perikanan di perairan. Informasi sumberdaya secara kuantitas ditentukan oleh keberadaan data dasar seperti jumlah hasil tangkapan, jenis tangkap yang dilakukan, periode penangkapan dan penyebaran sumberdaya perikanan dari waktu ke waktu. Adapun informasi sumberdaya dalam bentuk kualitas sangat dibutuhkan untuk membuat standarisasi hasil perikanan yang akan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ekosistem, rantai makanan, pakan, dan lainnya. Hal-hal tersebut akan dipergunakan dalam membuat suatu kebijakan menyangkut pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya perikanan di Indonesia.

2.2.2 Penangkapan dan Budidaya Perikanan (Produksi)

Budidaya perikanan adalah semua kegiatan manusia yang berkaitan dengan mengelola dan memanfaatkan sumber daya laut untuk kegiatan produksi. Sumberdaya hayati perairan umumnya terdiri dari ikan-ikan, amfibi, terumbu karang dan berbagai avertebrata penghuni perairan dan wilayah yang berdekatan serta lingkungannya (Agus, 2018). Pada dasarnya perikanan diperuntukkan bagi ketersediaan pangan untuk kehidupan manusia.

Data statistik menunjukkan bahwa meningkatnya produksi sumberdaya perikanan di Indonesia salah satunya dipengaruhi budidaya perikanan yang dilakukan dan

peningkatan stok sumberdaya perikanan laut di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP-RI). Tahun 2017 stok perikanan laut diestimasi mencapai 6,19 juta ton sehingga menjadi 12,54 juta ton sejak tahun 2016 (Kepmen KP No. 50/KEPMEN-KP/2017). Hal ini dapat dijadikan peluang yang baik agar dapat meningkatkan kuantitas produksi perikanan tangkap nasional, sehingga di masa depan Indonesia akan memiliki kekuatan sumberdaya laut yang besar untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional dan global. Namun untuk sampai ditahap tersebut, Indonesia harus mempersiapkan dan memperbaiki banyak hal termasuk infrastruktur pesisir, kolam budidaya hingga teknologi penangkapan dan budidaya perikanan.

2.2.3 Teknologi Pengolahan Perikanan

Pengolahan perikanan diklasifikasi berdasarkan cara pengolahannya, yaitu:

1. Ikan pengolahan tradisional yaitu proses pengolahan dengan teknik penggaraman, perebusan serta pengasapan. Teknik ini sudah dilakukan sejak dulu dan masih digunakan sebagai salah satu metode pengolahan ikan sampai saat ini. Keunggulan teknik pengolahan ini adalah tidak menggunakan bahan-bahan pengawet makanan sehingga ketahanannya pun harus menyesuaikan dengan metode penyimpanan. Contohnya: ikan asin sunu, ikan asap pari, ikan rebus kembung, dan lain-lain.
2. Ikan pengolahan modern yaitu teknik pengolahan yang dalam prosesnya sudah menggunakan peralatan modern seperti mesin. Keunggulan teknik ini yaitu mampu mempercepat pekerjaan manusia dan menghasilkan kuantitas hasil pekerjaan menjadi lebih banyak. Selain itu hasil akhir pengolahan ikan memiliki standarisasi produk. Namun yang perlu diperhatikan dalam proses pengolahan modern adalah proses penyimpanan yang harus mengikuti petunjuk tertentu seperti kemasan dan suhu penyimpanan. Contoh pengolahan ikan modern: ikan kaleng, ikan beku, gel ikan, *fish stick*, *fish steak*, dan lain-lain.

2.2.4 Sistem Ekonomi (Pemasaran Perikanan)

Usaha perikanan adalah semua usaha perorangan atau badan hukum untuk menangkap atau membudidayakan ikan, termasuk kegiatan menyimpan, mendinginkan dan mengawetkan ikan yang bertujuan menciptakan nilai tambah secara ekonomi bagi para pelaku usaha perikanan. Sistem pemasaran ini dimulai dari para nelayan lalu pedagang pengumpul kemudian pedagang menengah dan pedagang besar, selanjutnya akan dipasarkan secara domestik maupun internasional. Hal ini akan bergantung pada pola kerjasama nelayan dengan perusahaan besar. Adapun untuk setiap daerah di Indonesia mungkin akan memiliki kebijakan dan mekanisme pemasaran yang berbeda-beda.

2.3 Perikanan Skala Kecil di Indonesia

Perikanan skala kecil dikenal juga dengan istilah nelayan skala kecil. Berdasarkan UU No. 7 Tahun 2016 menyatakan bahwa nelayan kecil adalah nelayan yang melakukan pengkapan ikan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari baik yang menggunakan kapal penangkap ikan maupun yang menggunakan kapal penangkap ikan berukuran paling besar 10 GT. Sedangkan PP No. 32 Tahun 2019, dijelaskan bahwa nelayan kecil adalah mereka yang melakukan pengkapan ikan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari baik yang tidak menggunakan kapal penangkap ikan maupun yang menggunakannya dan berukuran paling besar 10 GT.

Data statistik tahun 2016 menunjukkan bahwa armada penangkapan ikan berukuran kurang dari 10 GT atau yang dikategorikan sebagai nelayan kecil sekitar 94% dari total keseluruhan armada yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan usaha perikanan tangkap sebagian besar masih dilakukan oleh nelayan tradisional yang menggunakan teknologi sederhana dan umumnya erat dengan kondisi kemiskinan.

2.4 Aspek Ekologi

Keberlanjutan perikanan berdasarkan aspek ekologi dilihat dari kondisi stok sumberdaya perikanan. Indonesia saat

ini memiliki program berbasis Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP-RI). Pertimbangan dasar yang menentukan wilayah pengelolaan perikanan mengacu pada kondisi fisik, ekologi dan oseanografi perairan di Indonesia. Selain itu WPP-RI dalam kodefikasinya juga mengacu pada kodefikasi *Food and Agriculture Organization (FAO)* untuk digunakan secara regional dan internasional.

Dalam beberapa tahun terakhir terjadi peningkatan stok sumberdaya perikanan. Hal ini menunjukkan bahwa tujuan dari pembangunan perikanan pada aspek ekologis berkelanjutan dapat tercapai ketika kestabilan ketersediaan stok sumber daya ikan dapat dijaga dan tidak terjadi eksploitasi berlebihan terhadap sumberdaya.

2.5 Aspek Ekonomi

Di Indonesia, sektor perikanan tangkap memiliki peran krusial bagi perekonomian nasional. Pemicunya karena banyak pelaku besar yang bergerak di bidang ini. Nilai pendapatan Rumah Tangga Perikanan (RTP) nelayan antara tahun 2008-2018 mencapai Rp 7,240,000/ bulan. Pendapatan ini diperoleh dari estimasi jumlah pendapatan seluruh anggota keluarga nelayan yang bekerja di sektor penangkapan (Kusdiantoro dkk, 2019). Kondisi nelayan khususnya di Indonesia, memungkinkan dalam satu keluarga terdapat beberapa orang yang bekerja di sektor yang sama, yaitu perikanan untuk menunjang aspek ekonomi keluarga. Hal ini lumrah terjadi mengingat sektor ini tidak terlalu membutuhkan keterampilan tertentu saat bekerja, khususnya untuk di pekerjaan lapangan yang notabenenya merupakan lapisan paling bawah di sektor perikanan tangkap.

Secara ekonomi, tujuan pembangunan perikanan dapat dikatakan berkelanjutan ketika sektor ini mampu menghasilkan produk ikan secara berkesinambungan, menjaga konsistensi kualitas dan kuantitas produk dan menyejahterakan para pelakunya secara finansial serta menjadi sumber pemasukan signifikan bagi negara melalui sumbangan devisa negara dan pajak.

2.6 Aspek Sosial

Aspek sosial perikanan tangkap dapat dinilai dari jumlah pelaku yang terlibat dan kejadian konflik yang terjadi antar pelaku pemanfaatan sumberdaya perikanan. Kondisi sumberdaya perikanan yang terbuka menyebabkan setiap orang berusaha untuk mengekstraksi sumberdaya ikan dalam jumlah yang banyak sehingga terjadi kelangkaan sumberdaya. Pihak-pihak yang umumnya berpotensi untuk terlibat konflik yaitu para nelayan tradisional dalam hal memperebutkan atau mempertahankan wilayah penangkapannya. Menurut Soekanto (2002) hal-hal yang menjadi alasan utama konflik nelayan bisa terjadi adalah kepentingan masing-masing orang, adat dan budaya yang beragam, serta perubahan sosial yang tidak dapat dihindari. Konflik semacam ini harus menjadi perhatian para pemangku kebijakan untuk segera mengatasinya. Sebab konflik yang besar dapat timbul salah satunya karena banyaknya konflik sederhana yang tidak terselesaikan dan cenderung diabaikan. Jika terjadinya konflik sosial antar nelayan dapat diminimalisir bahkan diatasi secara penuh sehingga tidak terjadi di masa depan, maka tujuan dari pembangunan perikanan berkelanjutan yang berkaitan dengan aspek sosial dapat dikatakan tercapai.

2.7 Aspek Kelembagaan

Aspek kelembagaan perlu diperhatikan untuk menjaga keberlanjutan sumberdaya perikanan agar dapat diakomodir dengan baik sehingga memenuhi aspek kebutuhan manusia terhadap sumberdaya perikanan secara jangka panjang. Adapun indikator utama dalam menilai keberlanjutan perikanan tangkap secara kelembagaan (KKP, 2014), yaitu:

1. Keberadaan otoritas tunggal pengelolaan perikanan;
2. Tingkat sinergisitas kebijakan dan kelembagaan pengelolaan perikanan;
3. Peningkatan kapasitas pemangku kepentingan;
4. Mekanisme kelembagaan;
5. Kelengkapan aturan main dalam pengelolaan perikanan;
6. Rencana pengelolaan perikanan; dan

7. Kepatuhan terhadap prinsip-prinsip perikanan yang bertanggung jawab dalam pengelolaan perikanan.

Kelompok Usaha Bersama (KUB) merupakan salah satu bentuk kelembagaan nelayan yang keberadaannya meningkat signifikan sejak tahun 2009 yaitu sebanyak 3.959 kelompok menjadi 11.286 kelompok pada tahun 2018. Artinya dalam kurun waktu 10 tahun terjadi penambahan jumlah kelompok sebanyak 7.327 kelompok. Peningkatan ini menunjukkan adanya perubahan pola perilaku usaha masyarakat yang dulunya bersifat individual kemudian berkembang dan bertransformasi menjadi kelompok. Keberadaan KUB merupakan kelompok yang diinisiasi nelayan sebagai hasil dari kesepakatan seluruh anggota yang didasari keinginan bersama untuk berusaha meningkatkan pendapatan masing-masing anggota kelompok dan saling bertanggung jawab atas setiap konsekuensi logis yang timbul dari kegiatan atau keputusan kelompok. KUB sendiri berfokus pada kerjasama antar anggota kelompok untuk dapat meningkatkan taraf kehidupan ekonomi-sosial para anggota kelompok nelayan.

Keberadaan kelompok nelayan tercetus dari kesadaran para nelayan terhadap kesamaan latar belakang kehidupan, cara pandang hidup, pola pikir, perasaan senasib, serta nilai-nilai adat-budaya yang dianut oleh para anggota sehingga mendorong mereka untuk merespon berbagai perubahan program pembangunan dan bersiap menghadapi tekanan dan tuntutan zaman. Hal ini juga menjadi upaya yang dilakukan para nelayan agar memiliki *power* untuk menyuarakan apa yang dibutuhkan dan diinginkan untuk kelangsungan dan keberlanjutan proses pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya perikanan. Sebuah lembaga yang legal akan membuat para nelayan merasa aman dan nyaman untuk melakukan aktivitasnya di sektor perikanan. Dengan begitu akan dapat memengaruhi produktivitas nelayan dan meningkatkan kualitas dan kuantitas jumlah sumberdaya perikanan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Andi. 2018. Pengelolaan dan Penggunaan Sumberdaya Kelautan/ Perikanan (studi Kasus Kota Ternate, Maluku Utara). *Journal of Fisheries and Marine Science (JFMarSei)* Vol. 1, No. 2 Juni 2018: 93-103
- Carles, dkk. 2014. Karakteristik Perikanan Tangkap di Perairan Laut Kabupaten Simeulue. *Marine Fisheries*, Vol. 5, No. 1, Mei 2014. Hal: 91-99
- Kusdiantoro, dkk. 2019. Perikanan TAngkap di Indonesia: Potret dan Tantangan Keberlanjutannya. *J. Sosek KP*, Vol. 14 No. 2, Desember 2019: 145-162.
- Purwadi Marsi Adi. 2021. Karakteristik Perikanan Tangkap Ekonomi Rumah Tangga Orang Asli Papua. *Jurnal Kajian Ekonomi dan Studi Pembangunan*. Vol VIII No. 3, Desember 2021
- Rakhmanda, dkk. 2018. Peran Kelompok Nelayan dalam Perkembangan PERikanan di Pantai Sadeng Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Sosiologi Pedesaan*, Vol. 6, hal. 94-104
- Safruddin. 2022. Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan dengan Menggunakan Purse Seine di Selat Makassar dan Laut Flores. *Journal of Fisheries and Marine Science (JFMarSei)* Vol. 5 (2) June 2022: 68-76
- Satria A. 2015. Pengantar Sosiologi Masyarakat Pesisir. Yayasan Pustaka Obor Indonesia: Jakarta
- Soekanto S. 2002. Sosiologi Suatu Pengantar. PT. Raja Grafindo Persada: Jakarta
- Tangke Umar. 2011. Pemanfaatan Sistem Informasi Perikanan dalam Pengelolaan Sumberdaya. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan (Agrikan UMMU-Ternate)* Vol. 4, Edisi 2 (Oktober 2011)
- Tiaraputri Adi dan Diana Ledy. 2018. Peran serta Masyarakat dalam Pengelolaan Sumber Daya Ikan di Kabupaten Bengkalis dalam Perspektif Hukum Laut Nasional. *Riau Law Journal*, Vol. 2 No. 1, Mei 2018.

BAB 3

PERAIRAN TAWAR

Oleh Hamdani

3.1 Pendahuluan

Volume air di jagad raya ini mengandung air yang terasa asin dan mengandung konsentrasi garam dengan kadar tertentu yang disebut dengan air laut dan air yang hambar dan tidak ada rasa berupa air tawar dengan perbandingan sembilan puluh tujuh persen air di bumi adalah air laut (air asin), sedangkan untuk air tawar hanya menyisakan persentase yang sangat kecil yaitu tiga persen. Berkenaan dengan air tawar tersebut, 79 persen tersimpan di lapisan es di kutub baik utara maupun selatan dan gletser gunung, sedangkan 20 persennya lagi tersimpan dalam *akuifer* atau kelembaban tanah, dan 1 (satu) persen sisanya adalah air permukaan yang dapat kita lihat secara visual berupa danau dan sungai (Walker et al. 2019)

Air tawar merupakan salah satu unsur yang paling menentukan keberlangsungan hidup dari semua jenis organisme yang merangkak dipermukaan bumi. Air tawar dimanfaatkan oleh organisme yang menggantungkan konsistensi kehidupan dan keberadaannya di areal daratan, laut termasuk makhluk di atas udara. Meskipun beberapa organisme hidup bukan di ekosistem air tawar tetapi tetap menggunakan air tawar sebagai media keberlangsungan hidup organisme tersebut seperti melakukan pemijahan (pertemuan sel telur dengan sel sperma untuk membentuk zigot pada ikan), fase kehidupan ikan itu sendiri yang menggunakan media air dengan salinitas yang berbebeda untuk proses metamorfosanya. Perairan tawar mempunyai peran yang begitu besar dalam terbentuknya sistem kehidupan yang ada dipermukaan bumi.

Makna perairan itu sendiri merupakan kumpulan partikel-partikel air yang membentuk massa atau genangan air yang terperangkap dalam suatu tempat yang tidak memiliki

porositas atau rembesan yang memiliki sifat dinamis (mengalir atau memiliki arus) maupun bersifat statis (memiliki arus tenang atau tidak mengalir). Perairan air tawar adalah ekosistem yang sudah memasuki kehidupan manusia bahkan juga menjadi tempat bermukim karena ekosistem yang paling dekat, sehingga masyarakat dapat memanfaatkan ekosistem air tawar sebagai sumber kehidupan dan aktifitas perikanan yang dapat menguntungkan dalam hal pemeliharaan ikan-ikan komoditas air tawar berupa dari jenis pisces (Nila, Mas, Mujair, Lele, dsb), molusca (siput dan lamis) maupun crustacea (kepiting dan udang).

Semua bagian ekosistem perairan tawar saling mempengaruhi satu sama lain. Lingkungan dan makhluk hidup yang berada di perairan tawar merupakan komponen pembentuk ekosistem ini. Beragam organisme yang hidup di permukaan bumi dari ukuran terbesar seperti gajah, kuda nil, buaya, ikan paus dari jenis tumbuhan berupa rerumputan, ganggang dan algae sampai dengan ukuran terkecil seperti serangga, jamur, bahkan mikroba ber sel satu. keberagaman tersebut menimbulkan kelompok-kelompok kehidupan sesuai dengan tempat dan lokasi yang dikenal dengan ekosistem.

Meskipun ekosistem air tawar hanya meliputi bagian terkecil dari permukaan bumi, akan tetapi manfaatnya sangat utama untuk kelanjutan kehidupan manusia itu sendiri. Kondisi tersebut disebabkan oleh beberapa alasan, diantaranya adalah;

1. Habitat perairan tawar pada umumnya mempunyai kemudahan dalam menemukannya dan merupakan sumber yang tidak mahal, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun keperluan industri termasuk didalamnya industri perikanan.
2. Terjadinya siklus hidrologi, komponen air tawar adalah "*bottle neck*", yang berarti bahwa volume air tawar sangat kecil dibandingkan dengan volume air yang terlibat secara keseluruhan dalam siklus hidrologi.
3. Ekosistem air tawar adalah tempat yang sangat menguntungkan dalam membuang hasil limbah yang disebabkan oleh adanya akses yang memudahkan, sehingga

berpengaruh terhadap terjadinya kerusakan yang disalahgunakan oleh manusia.

3.2 Karakteristik Perairan Tawar

Hakekatnya untuk memberi perbedaan pada ekosistem perairan tawar ada 2 karakteristik ekosistem. Perbedaan tersebut adalah Karakteristik ekosistem perairan tenang yang dikenal dengan 'lentik' dan karakteristik ekosistem perairan berarus/mengalir yang dikenal dengan sebutan 'lotik'. Perbedaan karakteristik perairan ini diikuti oleh perbedaan jenis biota atau organisme yang hidup didalamnya termasuk jenis tumbuhan dan hewan air lainnya sehingga terjadi variasi organisme yang hidup di dua karakteristik perairan lentik dan lotik ini. Perairan lentik dapat dicontoh berupa danau, waduk, tambak/kolam dan rawa, sedangkan perairan lotik berupa sungai, saluran irigasi dan perairan mengalir lainnya. (Retnaningdyah, 2019). Ekosistem perairan tawar mempunyai karakteristik diantaranya adalah memiliki parameter suhu yang tidak signifikan antara suhu permukaan dengan suhu didasar perairan, kurangnya penetrasi cahaya matahari yang disebabkan oleh banyaknya kandungan tersuspensi dan di pengaruhi oleh iklim dan cuaca (Latuconsina, 2019)

Terjadinya kedua bentuk ekosistem air tawar ini dipengaruhi oleh adanya perubahan-perubahan geologis, disamping adanya proses biologis yang dapat membuat stabilitas dan atau mengurangi laju proses pendangkalan danau dan erosi aliran air. Kondisi seperti ini, akan mempengaruhi sikap atau tindakan manusia memiliki keinginan yang tinggi untuk mempercepat laju geologis dengan mengabaikan proses biologis yang akan berpengaruh terhadap kondisi danau menjadi dangkal dan aliran air cenderung mendegradasi atau menggerus dasar aliran sungai. Proses yang terjadi dalam kondisi ini selanjutnya akan dapat mempengaruhi variasi pola kelakuan air terutama perairan tawar (Suyasa *et al*, 2010).

Perbedaan antara ekosistem lotik dan lentik terletak pada tiga kondisi berikut yang akan menentukan sifat dan kimia

perairan sehingga akan menentukan jenis biotanya, kondisi yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Arus, merupakan faktor pembatas utama yang mengakibatkan perbedaan kehidupan di kedua ekosistem tersebut. Hal ini disebabkan oleh arus membuat kehidupan air tergenang dan mengalir sehingga arus mengatur kondisi aliran air di berbagai tempat yang dipengaruhi oleh kemiringan, permukaan dasar, kedalaman dan luas dasar aliran air.
2. Proses di mana zat organik berpindah dari tanah menuju perairan didalam sungai terjadi lebih intensif karena sungai mendapatkan persediaan bahan organik dari tepi sungai. Hal ini akan menentukan jenis biota yang mampu beradaptasi pada kondisi tersebut.
3. Konsentrasi kandungan gas di aliran sungai teraduk homogen dan merata yang dapat mempengaruhi tidak terdapatnya kelompok termperatur atau disebut dengan stratifikasi suhu dan zat kimia. Air mengalir mempunyai permukaan dasar yang dangkal, dan karena luas permukaannya yang berhubungan langsung dengan udara dan terjadinya difusi oksigen kedalam air serta gerakannya yang tetap, maka air yang mengalir pada umumnya mempunyai kandungan oksigen dalam jumlah yang cukup. Kondisi tersebut menyebabkan organisme yang hidup pada air mengalir biasanya memiliki tingkat toleransi kehidupan yang cenderung kecil dan sangat terpengaruh kehidupannya jika mengalami penurunan konsentrasi oksigen.

3.2.1 Sifat Perairan Tawar

Ruang air atau ada yang menamakan dengan badan air mempunyai 3 (tiga) komponen prioritas, komponen yang dimaksud adalah komponen fisika, komponen kimia, dan komponen biologi. Melalui siklus hidrologi yang bekerja secara berkesinambungan, maka seluruh perairan di daratan akan terhubung dengan laut dan atmosfer. Bentuk atau wujud air dapat diketahui dalam bermacam-macam bentuk termasuk uap air, es, cairan dan salju. Air tawar perairan darat terutama

terdapat di danau, sungai, air tanah dan gunung es (Harlina, 2021). Air dengan senyawa oksida hidrogen (H_2O) adalah unsur senyawa kimia dari hidrogen dan oksigen. Massa molekulnya sama dengan 18. Oksigen memiliki kandungan senyawa 88,81% dan bagian hidrogen memiliki 11,19% dari molekul massanya (Alekseevskiy, 2009).

Sifat air memiliki warna yang tranparan/bening (tidak berwarna), hambar atau tidak ada rasa dan tidak berbau pada kondisi normal, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan suhu 273,15 K (0 °C). Dikarenakan zat tersebut dapat melarutkan berbagai macam bahan kimia lainnya, termasuk garam, gula, asam, berbagai gas, dan molekul organik, maka bahan kimia ini merupakan pelarut yang sangat penting. Beberapa sifat maupun karakteristik khusus air yang tidak terdapat pada zat kimia lainnya., mencakup ciri-ciri antara lain sebagai berikut: air selalu berbentuk cair pada suhu antara 0 hingga 100 derajat Celcius, yang merupakan kisaran ideal untuk kehidupan. Titik beku dan titik didihnya masing-masing adalah 0 dan 100 derajat Celcius—jauh lebih tinggi daripada perkiraan teori. Karenanya, dari sifat air tersebut, makhluk hidup mendapat manfaat besar yang mana jikalau tidak ada, air di danau, sungai, laut, dan perairan lainnya bisa berbentuk gas atau padat. Air terdapat pada jaringan tubuh makhluk hidup. Sementara itu, air dalam bentuk cair sangat diperlukan untuk kehidupan. (Harlina, 2021).

Perubahan suhu air berlangsung secara perlahan dan lamban. Air merupakan reservoir panas yang baik karena karakteristik ini, yang melindungi makhluk hidup dari tekanan perubahan suhu yang tiba-tiba. Suhu udara di sekitarnya akan dijaga pada tingkat yang dibutuhkan untuk kehidupan. Berada pada kisaran suhu $^{\circ}C$ (32oF), yang merupakan titik beku, dan 100oC, yang merupakan titik didih, pada posisi tersebut air akan berbentuk cair. Tanpa sifat khas ini, air akan berbentuk padat atau gas di semua perairan, termasuk laut, sungai, danau, dan jaringan penyusun makhluk hidup. Karenanya, apabila air bersifat demikian maka tidak akan ada kehidupan di bumi jika air memiliki ciri-ciri tersebut. Salah satu ciri air adalah perubahan suhunya yang sedang. Alasan perubahan suhu

bertahap ini adalah karena air merupakan penyimpan panas yang baik. Sifat ini memungkinkan air mempertahankan suhunya sepanjang waktu. Suhu bumi dapat dipertahankan pada tingkat yang kondusif bagi kehidupan karena perubahan suhu yang bertahap ini, yang juga menjaga organisme hidup agar tidak mengalami stres.

Fakta bahwa air merupakan zat yang mengembang ketika membeku merupakan sifat khas air penting lainnya. Karena sifat tersebut, es yang dihasilkan dari air yang membeku memiliki massa jenis (massa/volume) yang lebih rendah dan mengapung di dalam air. Untuk melestarikan kehidupan air di dalam danau, fitur ini juga menyebabkan danau di daerah beriklim dingin hanya membeku di permukaan sementara bagian bawahnya tetap cair.

3.2.2 Siklus Perairan tawar

Air menutupi lebih banyak permukaan bumi dibandingkan dengan daratan. Pergerakan air yang terus menerus di seluruh bumi disebabkan oleh penguapan, kondensasi, atau presipitasi yang dikenal dengan istilah siklus hidrologi. Sedangkan variasi pergerakan dan distribusi air disebut dengan istilah hidrodinamika (Dodds, 1958). Pergerakan air dengan terbentuknya melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi, siklus hidrologi ini terus berpindah dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi. (Harlina, 2021). Konsistensi siklus hidrologi ini telah berlangsung selama ribuan tahun, tetapi dapat mengalami perubahan akibat aktivitas manusia termasuk pemanasan global, penggurunan atau pulau buatan, serta pemompaan air tanah yang berlebihan. Air yang jumlah dan bentuk permukaannya yang terus berubah, telah dan terus menjadi faktor penting yang mendorong proses evolusi pada semua makhluk hidup termasuk biota perairan tawar (Walker et al. 2019)

Penguapan terjadi akibat pemanasan di permukaan bumi dan tanah. Penguapan air akan di gerakkan oleh udara yang kemudian akan terjadi naiknya pertikel air ke udara yang akan membentuk awan. Penguapan yang terjadi selain berfungsi

untuk menciptakan hujan juga berfungsi sebagai pelindung manusia dari pengaruh radiasi matahari. Ketika air di uapkan maka partikel air akan mengalami penurunan suhu pada ukuran tertentu yang akan menyebabkan suhu menjadi dingin dan terjadinya kondensasi. Setelah proses kondensasi terjadi maka akan beriringan dengan jatuhnya partikel air ke bumi (hujan) yang akan kembali menutupi permukaan baik didarat maupun di wilayah perairan. Beberapa proses yang terlibat dalam siklus hidrologi membantu dalam memurnikan air dari berbagai kontaminan yang terakumulasi selama siklusnya (Walker et al. 2019). Pemanasan air laut oleh sinar matahari adalah salah satu proses penting yang memastikan bahwa siklus air dapat berproses secara berkesinambungan; karenanya akan menyebabkan adalah air bergerak secara permanen dan diperbaharui dengan kecepatan yang sangat rendah (Aleksievskiy, 2009).

Sebelum kita menjelaskan tentang siklus hidrologi, kita harus memahami sembilan tahap proses siklus air, diantaranya adalah: evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, sublimasi, kondensasi, adveksi, presipitasi, *run off*, dan infiltrasi. Setiap langkah dijelaskan dengan berikut ini:

1. Evaporasi, adalah proses berubahnya wujud air dari cair menjadi gas, dengan persentase sebesar 90 persen uap air di atmosfer berasal dari samudera, laut, sungai, danau, dan tanah, sebagai hasil dari proses evaporasi.
2. Presipitasi, adalah proses ketika air jatuh ke permukaan bumi dari atmosfer. Selama proses evaporasi, air yang diuapkan oleh matahari tersirkulasi di atmosfer. Selanjutnya, uap air terkondensasi menjadi zat cair dan terkumpul dalam butiran yang dikenal sebagai *condensation nuclei*. Proses ini menyebabkan wujud air menjadi cair atau beku, seperti hujan, embun, kabut, dan salju.
3. Transpirasi, merupakan penguapan yang berasal dari makhluk hidup, baik itu tanaman ataupun hewan.
4. Evapotranspirasi, yaitu penguapan kolaborasi dari evaporasi dan transpirasi. Sebagai percontohan seperti area kolam ikan terdapat genangan air sebagai media hidup ikan

dan juga ditumbuhi tanaman, evapotranspirasi penguapan dari air dan juga tanaman tersebut.

5. Sublimasi merupakan penguapan yang bersumber dari es di daerah kutub atau puncak pengunungan tanpa melalui proses pencairan.
6. Kondensasi merupakan proses perubahan wujud dari uap air menjadi partikel es di atmosfer, kemudian bersatu membentuk awan.
7. Adveksi adalah proses Bergeraknya awan dari suatu titik ke titik yang lain, tetapi masih tetap berada pada satu horizontal
8. Presipitasi yaitu proses terjadinya pencairan pada awan hitam karena pengaruh suhu udara yang tinggi dalam bentuk hujan.
9. Infiltrasi, merupakan air yang meresap ke dalam tanah karena gaya kapiler (gerakan air ke arah lateral) dan gravitasi (gerakan air ke arah vertikal). Sebagian air akan tertahan oleh partikel tanah dan menguap kembali ke atmosfer, sebagian lagi diserap oleh tumbuhan, dan sebagian lagi akan terus meresap di bawah permukaan bumi hingga area yang terisi air, atau zona saturasi.
10. *Run-off* merupakan proses mengalirnya air dari tempat tinggi menuju tempat yang lebih rendah dan terjadi di permukaan bumi. Jika air hujan terus jatuh ke permukaan bumi tetapi tanah tidak dapat menyerapnya, air permukaan akan mencari celah di antara palung sungai.

Siklus hidrologi terdiri dari evaporasi dan infiltrasi. Uap air naik ke atmosfer melalui proses evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, dan sublimasi. Awan tercipta ketika uap air yang terkondensasi mengembun dan berkumpul. Awan menjadi lebih gelap karena partikel-partikel es semakin menempel satu sama lain. Proses presipitasi akan mengakhiri adveksi awan hitam. Dalam proses presipitasi, jika suhunya sangat dingin, hujan air dan salju juga dapat terjadi. Hujan kemudian mengalir kembali ke sungai, danau, atau laut, atau proses runoff. Sebagian

kecil air mengalami infiltrasi dan mengalir ke daerah yang lebih rendah. (Harlina, 2021)

3.2.3 Interaksi Perairan Tawar

Salah satu komponen di dalam ekosistem adalah komunitas organisme yang terdiri dari banyak populasi organisme yang membentuk suatu komunitas. Dengan demikian organisme-organisme yang ada dalam ekosistem tersebut akan terjadi macam macam interaksi, interaksi yang dimaksud antara lain:

1. Mutualisme, yaitu interaksi yang akan memperoleh keuntungan dari pihak-pihak yang berinteraksi. Misalnya antara algae dan jamur menjadi lumut kerak.
2. Komensalisme, yaitu Interaksi dimana salah satu pihak mendapatkan keuntungan, sementara pihak lainnya tidak mendapatkan baik keuntungan maupun kerugian. Misalnya antara tanaman anggrek yang tumbuh sebagai epifit pada pohon lain. Komensalisme ini juga ada kategorinya yaitu komensalisme obligat (harus) dan komensalisme fakultatif (tidak harus).
3. Amensalisme, yaitu interaksi yang terjadi merugikan satu pihak sedangkan pihak yang lain dalam interaksi tersebut tidak terpengaruh (tidak untung dan tidak rugi). Contoh yang sederhana adalah interaksi antara pohon yang tinggi dengan pohon yang lebih rendah atau kecil dibawahnya yang mengalami kerugian, diakibatkan oleh zat antibiotik hasil meatabolit yang tosik terhadap makhluk hidup lain atau akibat terhambatnya intensitas cahaya untuk sampai di permukaan tanah.
4. Parasitisme, yaitu interaksi makhluk hidup yang berada dalam atau menumpang tumbuh pada makhluk hidup lain serta memperoleh makanan dari makhluk hidup yang ditumpanginya.
5. Kompetisi, interaksi ini biasanya terjadi karena pemanfaatan bersama sumberdaya yang terbatas, dalam hal mana berlaku prinsip dimana jenis yang berdekatan yang

saling tumpang tindih relung akan bersaing dalam sumberdaya dan akan saling meniadakan satu sama lain.

6. Predasi, yaitu penangkapan oleh predator terhadap makhluk hidup lain yang dimangsa sebagai makanan (*prey*). pada komunitas yang alami, peranan seekor pemangsa dapat mejadi sangat fungsional dalam memelihara keseimbangan yang serasi dengan populasi binatang yang dimangsa. Misalnya ikan mujair yang lemah atau cacat anatomi dan morfologi mudah menjadi mangsa ikan karnivora, sehingga popoulasi ikan mujair terkendali dan yang tinggal hidup adalah ikan mujair yang sehat dan kuat. Keuntungan lainnya adalah ketersediaan makanan yang selalu kontiniu karena terbatasnya populasi ikan mujair.

3.3 Ekosistem Perairan Lentik (menggenang)

Penjelasannya sebelumnya pada bab 2 (dua) sudah dikemukakan bahwa perairan lentik merupakan ekosistem perairan menggenang atau lentik tidak memiliki aliran atau arus air yang signifikan mengingat air yang mengalir tidak dalam volume besar yang dapat berdampak bagi kehidupan makhluk hidup di dalamnya. Suatu elemen yang sangat krusial dalam perairan yakni pembagian area air secara vertikal dengan karakteristik unik untuk setiap lapisan. Terdapat dua jenis perairan yang tergenang: buatan dan alami. Perairan alami dapat diketahui dalam dua bentuk perairan yakni yang terbentuk akibat pergerakan gunung berapi dan perairan yang terbentuk akibat aksi tektonik berdasarkan cara pembentukannya. Danau, kolam, rawa, dan perairan alami lainnya adalah contoh saluran air yang mengalir; perairan yang dibangun termasuk waduk. (Mutmainnah, 2024).

Perairan menggenang, atau lentik, berdasarkan proses pembentukannya terbagi menjadi dua kategori yakni dibagi menjadi perairan alami dan buatan berdasarkan proses pembentukannya. Perairan alami adalah perairan yang diciptakan oleh aktivitas vulkanisme dan tektonik. Danau, kolam, rawa, dan perairan alami lainnya adalah contoh air yang

mengalir secara alami; waduk adalah contoh perairan buatan manusia. (Harlina, 2021)

3.3.1 Ekosistem Danau

Danau adalah badan air daratan yang tidak berhubungan langsung dengan lautan. Ekosistem danau terdiri dari sifat fisik, kimia, dan biologis yang terkandung di dalam badan air ini. Penjelasan KNPELB melalui Latuconsina 2019, mengatakan bahwa danau adalah kumpulan air alami dengan luas yang sangat besar dan di batasi serta dikelilingi oleh daratan dan tidak berhubungan langsung dengan laut, kecuali melalui aliran sungai. Danau dapat berisi air tawar atau air asin (di daerah kering). Danau bisa dangkal atau dalam, permanen atau sementara. Danau dari semua jenis memiliki banyak kesamaan proses ekologi dan biogeokimia dan studinya termasuk dalam disiplin 'limnologi'. Menurut pendiri Limnologi, Forel mendefinisikan danau sebagai suatu perairan di darat yang memiliki sirkulasi air tenang, menempati cekungan, dan mengalir ke laut. Danau merupakan habitat yang luar biasa untuk mempelajari dinamika ekosistem. Berdasarkan klasifikasi, ekosistem danau dipahami sebagai habitat air tawar yang memiliki perairan tenang juga arus yang berjalan sangat lambat sekitar 0,1–1 cm/detik, atau tidak ada sama sekali. interaksi di antara proses biologis, kimiawi, dan fisika sering kali berbeda secara kuantitatif maupun kualitatif dengan proses yang ada di daratan atau udara. Karena batas antara air dan daratan, serta air dan udara berbeda, terdapat hubungan yang erat di antara banyak komponen ekosistem. Ekosistem yang terdapat di perairan danau bersifat alami dan terbuka. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan ekosistem danau mempunyai hubungan yang dinamis dengan lingkungannya. Akibatnya, peristiwa yang terjadi di lingkungan danau akan berdampak pada keadaan ekosistem.

Berdasarkan proses pembentukannya, danau dapat dikategorikan menjadi dua kategori yang mencakup;

1. Danau alami, yaitu danau yang terbentuk secara alami dengan fenomena alam dari waktu ke waktu dan dengan

waktu yang lama seperti terbentuk akibat kegiatan tektonik dan vulkanik.

2. Danau buatan, merupakan danau yang dibentuk oleh manusia yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia itu sendiri dengan cara membendung perairan sehingga air terperangkap dalam suatu wilayah yang telah dipilih dan ditentukan letaknya.

Meskipun danau memiliki persentase kecil dari 0,01% air yang jatuh ke permukaan bumi, danau menyimpan lebih dari 98% air tawar. Banyak organisme bergantung pada air tawar untuk bertahan hidup, dan manusia sering bergantung pada danau untuk mendapatkan banyak manfaat seperti air minum, pembuangan limbah, perikanan, irigasi pertanian, kegiatan industri dan rekreasi. Karena alasan-alasan ini, danau merupakan ekosistem yang penting. Ekosistem danau dipengaruhi oleh daerah aliran sungai, proses geologi, kimia, dan biologi yang terjadi di daratan dan aliran sungai yang berada di atas bukit. Pergerakan bahan kimia, sedimen, detritus, dan banyak organisme biasanya searah dari daerah aliran sungai ke danau, tetapi ikan dapat bermigrasi ke hulu, dan serangga air dapat muncul dan menyebar ke daratan. Sebuah danau dan daerah aliran sungai sering dianggap sebagai satu ekosistem (Wetzel dan Likens, 1979).

Lebih lanjut, Whitten et al (1987) mengkategorisasikan danau alami ke dalam tiga kategori utama diantaranya:

1. Danau vulkanik : terjadi sebagai akibat aktivitas vulkanik dari gunung-gunung berapi.
2. Danau tektonik : terjadi sebagai akibat dari adanya gerakan lapisan daratan bumi.
3. Danau genangan : tercipta akibat adanya cekungan yang relatif dangkal yang menghalang aliran sungai hingga menyerupai genangan air yang berubah menjadi danau, atau cekungan tersebut sebelumnya dilalui oleh sungai yang terlalu dalam.

Berdasarkan fungsi, komponen ekosistem danau dapat diketahui terbagi menjadi dua komponen, sebagai berikut;

1. Komponen autotrofik (autos: dirinya sendiri; trophikos: penyedia makanan), yang mengacu pada organisme yang dapat menggunakan energi matahari atau klorofil (zat yang ditemukan dalam daun hijau) untuk menghasilkan bahan organik dari bahan anorganik. Di ekosistem danau, fitoplankton berperan penting dalam produksi energi;
2. Komponen heterotrofik (hetero: berbeda, lainnya), yaitu organisme yang hanya dapat memakan bahan organik yang diproduksi dan disuplai oleh organisme lain..

Stratifikasi Suhu Danau

Secara harfiah, Danau didefinisikan sebagai genangan air sepanjang tahun yang terjadi secara alami dengan kedalaman yang berbeda-beda dan memiliki dasar perairan yang tidak rata sehingga secara vertikal terbentuklah stratifikasi perairan yang diakibatkan oleh perbedaan suhu, kandungan nutrisi, dan masuknya intensitas sinar matahari ke dalam ruang perairan (Latuconsina, 2019). Selama musim panas, sinar matahari mengalami peningkatan suhu air pada permukaan danau, dan air di kedalaman yang lebih dalam akan mengalami penurunan suhu. Angin di permukaan menyebabkan beberapa meter bagian atas air danau bercampur secara homogen untuk membentuk lapisan permukaan yang hangat yang disebut 'epilimnion'. Di bawah tingkat pencampuran angin, suhu turun dengan cepat melalui zona yang disebut thermocline, dan di bawahnya terdapat wilayah air yang dingin secara homogen yang disebut 'hypolimnion'. Struktur fisik dua lapis ini disebut 'stratifikasi suhu'. Stratifikasi musim panas tidak terjadi di badan air dangkal, atau di danau-danau lintang tinggi atau dataran tinggi yang musim panasnya pendek. Pada musim dingin, air permukaan yang berada tepat di bawah es bersuhu sekitar 0°C dan air yang lebih dalam sedikit lebih hangat. Angin tidak dapat mencampur air di bawah es, sehingga stratifikasi musim dingin tetap ada saat danau membeku. Stratifikasi musim dingin tidak

tidak terjadi di danau tropis atau subtropis, di banyak danau besar beriklim sedang.

Danau yang berstratifikasi selama musim panas dan musim dingin bercampur dari atas ke bawah selama musim semi dan musim gugur dalam peristiwa yang disebut *turn-over* atau 'pergantian'. Danau yang tidak berstratifikasi pada musim dingin, dan yang tidak berstratifikasi pada musim panas, bercampur terus menerus selama periode tidak berstratifikasi. Danau tropis dapat berstratifikasi setiap hari dan bercampur setiap malam.

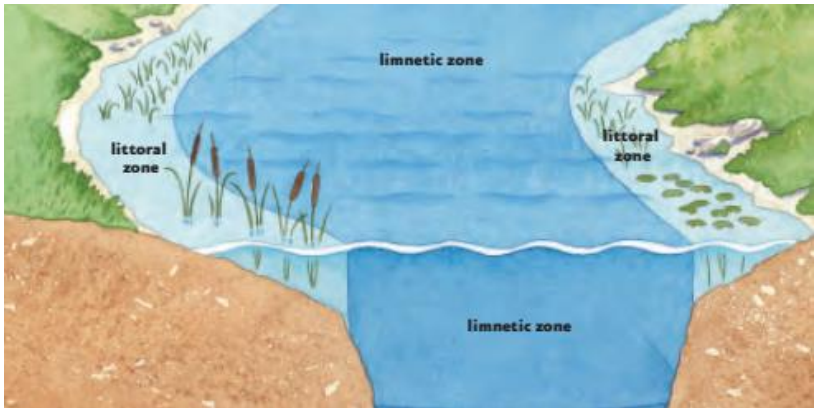
Stratifikasi suhu musim panas membagi lingkungan danau menjadi dua bagian yang berbeda, yaitu epilimnion yang terang dan hangat tempat fitoplankton (ganggang dan sianobakteri foto-sintetik) melakukan fotosintesis, dan hipolimnion yang gelap dan sejuk tempat mikroorganisme pengurai. Penguraian juga mendominasi di bawah es danau yang membeku.

Habitat, Proses dan Rantai Makanan Danau

Ekosistem danau dapat dibedakan melalui zona-zona dibawah ini;

1. Zona litoral, merupakan titik dangkal air danau di mana cahaya dapat mencapai dasar. Banyak tumbuhan air yang berakar, terapung, dan terendam dapat ditemukan di zona pesisir. Diantaranya adalah taksa makrophyta *Nymphaea*, *Chara*, dan *Potamogeton*. Sedangkan kelompok alga yang termasuk dalam kelompok alga adalah *Spirogyra*, *Syndra*, *Anabaena*, dan *Microcystis*. Zona litoral ini dikategorisasi menjadi dua, yaitu;
 - a. Eulitoral, yakni daerah sekitar danau yang bersifat eulitoral secara berkala tergenang air..
 - b. Dan Infralitoral, daerah yang selalu digenangi air.
2. Zona limnetik, merupakan area terbuka air danau. Populasi alga hijau di kawasan ini seringkali membludak karena adanya pasokan nutrisi dan sinar matahari yang cukup untuk mencapai perairan efektif.

3. Zona profundal, merupakan bagian air yang tidak terkena sinar matahari langsung. Zona limnetik dan pesisir sangat penting bagi kehidupan masyarakat yang tinggal di sana. Karena fotosintesis yang tidak sempurna, sangat sulit bagi produsen untuk hidup di sini. Namun, terdapat banyak konsumen dan pengurai di daerah ini..



Gambar 3.1. Zona Danau
(Sumber : Biil Reynold, 2012)

3.3.2 Ekosistem Rawa

Rawa adalah daerah gambut atau air, yang terjadi secara alami atau buatan, bersifat permanen atau sementara, dengan air yang statis atau mengalir, tawar, payau atau asin, termasuk area air laut yang tidak lebih dari enam meter. Sedangkan menurut PP yang terbaru tentang rawa no. 73 tahun 2013 sebelumnya (PP) No. 27 Tahun 1991, dapat dipahami bahwa rawa didefinisikan sebagai suatu perairan yang tergenang air secara terus-menerus atau musiman, mengandung air dan tenaga air, terbentuk secara alami pada lahan yang relatif datar atau cekung yang mempunyai endapan mineral atau gambut, dan ditumbuhi vegetasi yang membentuk suatu ekosistem. Kemudian diperbaharui kembali dengan PP 73/2014 tentang Rawa yang diberi pengertian sebagai wadah air beserta air dan daya air yang terkandung di dalamnya, tergenang secara terus menerus atau musiman, terbentuk secara alami di lahan yang

relatif datar atau cekung dengan endapan mineral atau gambut, dan ditumbuhi vegetasi, yang merupakan suatu ekosistem (Harlina, 2021)

Rawa biasanya dicirikan dengan adanya air yang berkumpul dan menggenang, mempunyai areal genangan yang luas, serta mempunyai kedalaman yang sangat dangkal dan terletak pada wilayah yang landai dan topografi yang sangat rendah. Selain itu, setiap tanah berlumpur yang tercipta secara alami atau buatan dengan menggabungkan air tawar dan air asin, baik secara permanen maupun sementara, juga dapat disebut sebagai rawa, termasuk wilayah laut yang kedalamannya kurang dari 6 meter pada saat air surut, yang disebut rawa dan lahan pasang surut.

Adapun ciri-ciri morfometrik ekosistem rawa adalah sebagai berikut (Retnanningdyah, 2019);

1. Memiliki *slop* yang landai
2. Rerata perairan rawa memiliki ketinggian 1-30 meter.
3. Memiliki fluktuasi air permukaan 3-5 meter.
4. Mengalami seringnya pergantian air.
5. Memiliki wilayah litoral yang sangat luas dan mengandung bahan organik yang tinggi. Bahan organik yang tinggi dipengaruhi oleh sisa tanaman dan kelimpahan yang tinggi sehingga proses pembongkaran menjadi sangat lambat.

Ekosistem rawa merupakan bagian dari ekosistem lahan basah yang tercipta secara alami dapat dipengaruhi dan tidak dipengaruhi oleh pasang dengan artian lahan tetap dalam kondisi lembab dan basah. Kondisi airnya bisa payau, asin, atau tawar, dan ada flora yang berbeda yang cocok dengan kondisi airnya. Dibandingkan dengan semua jenis ekosistem lainnya, ekosistem rawa gambut memiliki kapasitas yang paling besar untuk menyimpan dan menampung gas rumah kaca karbondioksida (CO₂), yang merupakan faktor utama dalam perubahan iklim. Jumlah rawa di Indonesia mencapai 33,4 juta hektar, dengan sekitar 60 persen menjadi rawa pasang surut dan sekitar 40 persen menjadi rawa lebak atau non-pasang

surut. Hampir 9 juta hektar rawa pasang surut telah direklamasi, sebagian oleh pemerintah (sekitar 1,3 juta ha) dan sebagian lagi oleh penduduk lokal, terutama suku Bugis dan Banjar, dengan kurang lebih 5.3 juta ha dikembangkan oleh perusahaan swasta untuk perkebunan sawit dan pertanian lainnya.

Manfaat ekologi, perlindungan iklim, ekonomi, dan sosial budaya adalah semua manfaat yang disediakan rawa kepada masyarakat sekitarnya. Pembangunan rawa, meskipun digunakan untuk kepentingan masyarakat, juga dapat menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan, hilangnya keanekaragaman hayati, emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap pemanasan global, berkurangnya kuantitas dan kualitas sumber daya air, dan meningkatnya kerentanan terhadap banjir yang diakibatkan oleh lahan. penurunan muka tanah dan kemungkinan naiknya permukaan air. permukaan laut akibat perubahan iklim di seluruh dunia. Pengelolaan rawa harus dilakukan secara menyeluruh, terkoordinasi, dan bertanggung jawab secara ekologis supaya memastikan bahwa fungsi rawa menguntungkan masyarakat dan memberikan manfaat berkelanjutan.

Rawa merupakan dataran rendah yang tergenang air. Rawa biasanya terdapat pada sekitar sungai atau muara sungai yang cukup besar, yang merupakan tanah lumpur dengan kadar air relatif tinggi. Ciri-ciri rawa yaitu;

1. Warna air cenderung keruh dan kadang-kadang merah
2. Airnya bersifat asam karena selalu terjadi penggenangan
3. Airnya kurang baik untuk mengairi pertanian
4. Tanaman air menutupi sebagian besar rawa
5. Dasar rawa biasanya berupa tanah gambut

3.3.3 Ekosistem Waduk

Dalam memahami ekosistem waduk, dapat diketahui pada saat air berlimpah atau pada musim hujan, waduk merupakan suatu lokasi di permukaan tanah yang menampung air hingga musim kemarau. (Postel & Carpenter, 1997). Waduk merupakan wadah air yang terbentuk akibat di banggunya bendungan dan

berupa pelebaran alur atau badan dan palung sungai (menurut peraturan MENLH no 28 tahun 2009). Lebih lanjut Harlina, 2021 menerangkan bahwa waduk didefinisikan sebagai saluran air buatan karena merupakan tempat yang tergenang secara permanen oleh badan air yang diciptakan atau dibangun melalui rekayasa manusia. Untuk menahan air sungai sementara dan menggenangi daerah aliran sungai, maka dibangunlah waduk dengan cara membendung aliran sungai (DAS). Pembangunan waduk bisa dilakukan di dataran rendah maupun dataran tinggi.

Beragam karakteristik dari waduk antara lain mencakup kedalaman berkisar 30-100 meter dan kemiringan yang tinggi namun landai. Selain itu, curah hujan dan aliran permukaan seperti sungai merupakan sumber utama air waduk. Dikarenakan waduk adalah danau buatan maka komunitas hewan dan tumbuhan di dalamnya dan disusun berdasarkan kedalaman dan kedekatannya dengan tepian. Sifat fisik, kimia, dan biologi waduk berbeda dengan sungai asli yang dibendung. (Ruesel, 2010).

Secara praktis, waduk yang terdapat pada suatu daerah daratan rendah dapat digunakan untuk melakukan usaha budidaya ikan air tawar dengan menggunakan metode keramba—yakni Keramba Jaring Apung (KJA) di perairan dalam—dan metode berongga. Di dataran tinggi, waduk biasanya dibangun dengan mengisi bukaan lembah, sehingga menciptakan perairan yang sempit dan dalam sehingga menyebabkan lapisan air. Bahan organik di dasar air akan mulai rusak akibat lapisan air. Akibatnya, reservoir tersebut memiliki kandungan oksigen yang rendah tetapi kandungan amonia yang tinggi dan konsentrasi gas yang berbahaya. (Effendi, 2002).

Terdapat dua pandangan mengenai peranan waduk yaitu perspektif ekologi dan perspektif pengelolaan air. Dari sudut pandang ekologi, bendungan adalah ekosistem yang terdiri dari daratan, kehidupan akuatik, dan fitur air yang dipengaruhi oleh naik dan turunnya permukaan air. Sementara berdasarkan sudut pandang pengelolaan air, bendungan berfungsi sebagai penyedia air tanah, sumber air baku, resapan air pengendali banjir, dan waduk yang airnya dapat dimanfaatkan untuk sistem

pertanian dan perikanan. berbagai kelebihan atau fungsi waduk sehubungan dengan alasan dibangunnya, seperti berikut:

1. Fungsi irigasi. Selama musim penghujan, melalui daerah penampungan air—bendungan, air yang akan dikumpulkan untuk dapat dialirkan ke sungai-sungai terdekat. Selain itu, selama musim kemarau air yang terkumpul dalam bendungan akan digunakan untuk irigasi pertanian.
2. Fungsi penyediaan air baku: air waduk sering dimanfaatkan untuk penyediaan air minum mentah di tempat-tempat seperti perkotaan yang akses air bersihnya terbatas.
3. Fungsi pembangkit listrik tenaga air: Biasanya, pembangkit listrik tenaga air di bendungan atau waduk merupakan sistem yang terintegrasi, dan bahkan menjadi alasan utama dibangunnya waduk tersebut. memungkinkan terciptanya tenaga listrik dengan daya yang signifikan.
4. Fungsi pengendalian banjir: air dari daerah tangkapan air dialirkan ke sungai pada musim hujan.
5. Fungsi perikanan: Meskipun merupakan sektor tersendiri, namun industri perikanan mempunyai arti penting bagi lingkungan sekitar waduk. Namun setelah waduk itu dibangun, hobi warga setempat menjadi beternak ikan jaring apung.
6. Sebagai alat angkut. Membuang sampah di perairan pedalaman adalah hal yang sederhana dan terjangkau.
7. Untuk alasan rekreasi dan pariwisata.

Karakteristik waduk berbeda dari badan air lainnya. Sungai yang mengalirinya mengalirkan air ke waduk secara terus menerus. Bahan organik dan anorganik yang terkandung dalam air sungai ini memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas perairan waduk. Semua perairan waduk akan mengalami eutrofikasi setelah 1–2 tahun inundasi atau memasukkan air karena dekomposisi bahan organik dari perlakuan sebelum inundasi. Sebagai kelanjutan dari level organik tropik dalam ekosistem, eutrofikasi akan menghasilkan peningkatan produksi ikan. Pada tahap awal, setelah pengisian air waduk, ekosistem perairan mengalir (sungai) akan berubah

menjadi ekosistem perairan tergenang (waduk). Kualitas dan kesuburan air akan berubah pada awal penggenangan. Perkembangan biologis yang disebabkan oleh pelepasan unsur hara tanah dan bahan organik yang terendam air akan menghasilkan produksi hayati yang melimpah di daerah tersebut. Pada awal penggenangan, ekosistem waduk sangat beragam dalam hal produksi hayati (Harlina, 2021)

Situasi ini tidak akan berubah selama beberapa waktu. Dalam waktu dua hingga tiga tahun setelah penggenangan, perairan waduk akan kembali ke kondisi normal. Untuk menentukan pola pengembangan perikanan di perairan waduk, perubahan dan perkembangan ekosistem harus diperiksa.

3.4 Ekosistem Perairan Lotik (mengalir)

Ekosistem lotik adalah ekosistem yang mengalami perairan yang bergerak, seperti selokan, parit, atau sungai. Air yang mengalir adalah salah satu ciri ekosistem lotik, yang merupakan ekosistem terbuka dengan kadar oksigen terlarut yang relatif tinggi. Semua organisme yang hidup di ekosistem lotik dibatasi oleh aliran air. Hal tersebut mengartikan bahwa dalam penyesuaian diri, organisme yang tidak dapat beradaptasi dengan aliran air akan tersisihkan. Lebih lanjut, jenis dan jumlah organisme biotik di lingkungan juga dapat dipastikan melalui aliran ini. Meskipun kedua jenis air tersebut merupakan ekosistem air tawar, air mengalir dapat dibedakan dari air tergenang melalui beberapa ciri yang berbeda. Secara alami, semua variasi tersebut berdampak pada morfologi dan keberadaan flora dan fauna yang menghuninya. (Latuconsina, 2019).

Aliran air memudahkan persentuhan antara udara dan permukaan air yang luas. Apalagi jika ada jeram, air terjun, dan riak kecil di sepanjang ekosistem lotik. Karena keadaan ini, kadar oksigen terlarut relatif tinggi. Hidup di lingkungan dengan kadar oksigen tinggi membuat hewan sungai rentan terhadap kekurangan oksigen, tetapi karena adanya bahan pencemar yang dapat mengurangi atau mengurangi oksigen terlarut,

hewan sungai dapat beradaptasi jika terjadi penurunan kadar oksigen didalam air.

Lingkungan sungai, tempat air mengalir, dan danau, tempat air tenang atau tergenang, dapat berbeda dalam beberapa hal, diantaranya adalah;

1. Adanya arus
2. Pertukaran antara air dengan dasar lebih intensif karena adanya arus.
3. Pada air mengalir, kadar oksigen lebih tinggi dibandingkan air tenang.
4. Percampuran suhu dan kandungan zat lebih merata.

Selanjutnya, beberapa organisme akan berusaha beradaptasi di dalam aliran air diantaranya;

1. Melekat pada substrat tetap, seperti tanaman dan batu, secara permanen.
2. Dilengkapi dengan pengait atau alat pengisap untuk menempel pada permukaan licin.
3. Penempelan dapat dilakukan pada permukaan bawah bodi. Spesies hewan tertentu, seperti siput dan cacing pipih, mempunyai pelengkap yang memungkinkan mereka menempel di dasar.
4. Bentuk tubuh dengan tenang. Ikan, serangga, dan larva semuanya memiliki tubuh menyerupai telur dan berbentuk bulat di bagian depan dan belakang untuk mengurangi tekanan air.
5. Bentuk tubuh pipih. Karena tubuhnya yang pipih, hewan-hewan di perairan yang mengalir dapat dengan mudah bersembunyi di balik batu-batu besar.
6. Reotaksis yang berhasil. Berbeda dengan makhluk air tenang yang selalu mengikuti arus ketika ditempatkan di air mengalir, organisme air mengalir selalu berusaha berenang melawan arus.
7. Thigmotaxis positif. Organisme akuatik lotik cenderung melekat dan bergantung pada permukaan.

3.4.1 Ekosistem Sungai

Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 1991 menuliskan bahwa sungai adalah tempat dan wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi oleh garis sempadan. Indonesia memiliki sekitar 7560 sungai utama dengan panjang total mencapai 94.573 km dan sekitar 65.017 anak sungai. Sungai merupakan aliran air besar yang mengalir secara alami yang diperoleh dari curah hujan. Air permukaan sungai bergerak turun di sepanjang lereng karena aksi gravitasi. Sungai dan anak sungai serta saluran yang lebih kecil tempat mengalirnya air ke sungai dan mata air adalah berbagai jenis aliran air yang diklasifikasikan berdasarkan dimensi dan distribusinya (Balasubramanian, 2005).

Sungai secara alami melakukan dua fungsi utama, yaitu mengalirkan air dan mengangkat sedimen. Sedimen yang diangkat merupakan hasil erosi yang berasal dari daerah aliran sungai--DAS dan alurnya. Fungsi tersebut saling mempengaruhi dan berlangsung pada waktu yang bersamaan. Sungai adalah jenis air yang mengalir yang dapat mengalami pergerakan air seperti arus searah. Aliran air ini tergantung pada topografi lingkungan perairan tersebut. Dengan demikian, aliran air ini lambat dan cepat. Pada tanah datar atau dataran rendah, sistem aliran air ini bergerak lambat, permukaan air relatif cepat, dan terjadi perputaran air (turbulensi) kecuali sungai besar dan lebar (Harlina, 2021)

Berdasarkan temperatur dan kecepatan arus sungai, zona sungai dapat di kategorikan menjadi dua yaitu (Retnaningdyah, 2019);

1. **Rhithron**, diartikan sebagai bagian dari sungai dan sumbernya serta daerah yang ada di hilirnya yang memiliki temperatur rerata kurang dari 20 °C. Sungai ini mempunyai kecepatan arus yang sangat deras tetapi untuk besaran atau volume airnya biasanya kecil. Kemudian substrat yang dimiliki oleh perairan ini dicirikan dengan batuan dengan ukuran besar (*boulders*), bebatuan koral (*stones*), kerikil (*gravel*), dan pasir (*sand*).

2. **Potamon**, merupakan bagian bagian sungai daerah sisa-sisa dari Rhithron yang memiliki temperatur bulanan diatas 20 °C, dan jika sungai kategori Potamon ini berada pada daerah tropis saat musim panas maka temperatur bulannannya akan mencapai diatas 25 °C. Kecepatan arus pada dasar sungai ini sangat lambat sehingga cenderung menyebabkan timbulnya laminar. Pada dasar perairan akan ditemukan pasir dan lumpur, walaupun sesekali akan ditemukan kerikil. Lapisan perairan bagian bawah diprediksi akan mempunyai kandungan oksigen yang rendah, sinar matahari yang menembus perairan terbatas dan akan terjadinya pengendapan lumpur.

Sumber perairan sungai berasal dari area tinggi dan daerah pegunungan yang mengalir melalui celah-celah lembah perbukitan sampai ke daerah yang rendah dengan penampakan topografi yang lebih datar. Aliran sungai yang membentuk cekungan memanjang pada tanah semakin ke hilir volumenya akan bertambah lebar dan akan mengalami pertemuan dengan sungai-sungai lainnya yang akan membentuk sebuah sungai yang sangat besar yang disebut dengan induk sungai seperti sungai musi dan sungai batanghari.

Berbagai jenis aliran sungai dapat diklasifikasikan ke dalam 3 jenis berikut (Balasobramaian, 2005) ;

1. Pada sungai abadi, akan ada aliran air yang terus menerus sepanjang tahun. Sungai ini tidak terpengaruh terhadap musim, baik musin hujan maupun musim kemarau.
2. Pada sungai intermiten, alirannya bersifat musiman. Sungai ini biasanya dipengaruhi oleh musim, jika musim hujan alairan sungai akan semaiqn besar dan pada musim kemarau aliran air semakin kecil bahkan bisa tidak mengalir sama sekali (kering).
3. Pada sungai sesaat, alirannya sesekali atau jarang. Sungai ini lebih cenderung kering dan tidak berair, walaupun ada air dan mengalir biasanya pada saat musim hujan yang terus menerus atau dalam jangka musim hujan yang panjang.

Air sungai yang mengalir membawa sejumlah besar garam dalam larutan dan sedimen dalam suspensi. Air sungai juga menggulung banyak muatan partikel dasar di sepanjang dasar sungai. Air yang mengalir melalui sungai disebut sebagai debit. Volume dan kecepatan debit sungai tergantung pada beberapa faktor geomorfik yaitu;

1. Sedimen tersuspensi dan sedimen dasar yang terbawa bersama dengan bahan organik lainnya di dalam air yang mengalir mengendalikan karakteristik ekologi sungai.
2. Kehidupan di sepanjang sungai, bervariasi dari hulu/sumber hingga ke muara, dan dari satu aliran ke aliran lainnya, serta dari satu negara ke negara lain.
3. Kecepatan aliran dan kekuatan, sifat substratum seperti *aluvium* atau dasar batuan dapat menentukan, beberapa habitat aliran sungai

Berikut ini adalah istilah-istilah yang digunakan untuk menunjukkan bagian-bagian secara rinci dari sungai, diantaranya adalah sebagai berikut;

1. Kolam, adalah segmen di mana airnya lebih dalam dan bergerak lambat bahkan tidak bergerak sama sekali.
2. *Riffle*, adalah segmen di mana alirannya lebih dangkal dan lebih bergejolak
3. *Headwater*, di sungai, adalah titik asal aliran.
4. Saluran adalah aliran sungai yang terbentuk akibat erosi yang terus menerus.
5. Dataran rendah, adalah dataran datar yang ada di kedua sisi sungai yang mengalami banjir musiman
6. Pertemuan sungai disebut sebagai muara. Ini adalah titik di mana aliran sungai membuang semua bebannya ke laut atau badan air statis lainnya.

3.4.2 Ekosistem Selokan

Selokan merupakan saluran air yang mengalirkan air hujan dan/atau air limbah ke suatu tempat yang tidak membahayakan lingkungan atau kesehatan masyarakat. Air hujan dan air permukaan dari jalan raya, tempat parkir, pinggir

jalan, dan atap rumah dialirkan ke selokan yang biasanya terlihat di pinggir jalan. Saat menghitung parit untuk mengalirkan air untuk irigasi, pertimbangan diberikan pada curah hujan terbesar, aliran air limbah, air tanah (khususnya di lokasi perbukitan), atau waduk. Jika terlalu kecil, akan menyebabkan air meluap keluar dari selokan, bahkan dapat menyebabkan banjir. Secara teratur, perawatan selokan dilakukan untuk menghilangkan sampah dari aliran air, sehingga aliran air dapat mengalir dengan lancar (Harlina, 2021).

Sistem saluran pembuangan berperan penting dalam menampung dan mengangkut air limbah di daerah perkotaan. Sistem saluran pembuangan yang cenderung memanjang tetapi tidak terlihat dan cenderung terabaikan, karena sistem ini mencakup ribuan kilometer pipa pengangkut di bawah kota. Sistem yang tidak terlihat ini mengandung beragam mikroorganisme yang secara terus menerus iangkut ke fasilitas pengolahan air limbah. Kemajuan yang signifikan telah dicapai dalam memahami komposisi dan aktivitas mikroorganisme yang terlibat dan dihilangkan oleh proses pengolahan di instalasi pengolahan air limbah (IPAL), tetapi proses biologis dan ekologis dalam sistem pengangkutan belum dipahami dengan baik. Sebagai contoh, mikroba di IPAL telah mendapat perhatian yang cukup besar karena kemampuannya untuk menghilangkan kelebihan nutrisi primer (karbon, nitrogen, dan fosfor) dan mendegradasi senyawa beracun dari air limbah sebelum dibuang ke lingkungan (Adelaide et al, 2022).

Pipa saluran pembuangan sanitasi memiliki tiga habitat mikroba utama, yaitu air limbah, biofilm, dan sedimen, yang masing-masing memiliki komunitas mikroba yang berbeda dan sangat beragam yang terlibat dalam berbagai bentuk metabolisme karbon, sulfur, dan nitrogen, yang menciptakan bau yang mengganggu dan berkontribusi pada korosi pipa dari emisi H_2S atau H_2SO_4 (Adelaide et al, 2022).

DAFTAR PUSTAKA

- Adelaide Roguet, Ryan J. Newton, A. Murat Eren, 2022. *Guts of the Urban Ecosystem: Microbial Ecology of SewerInfrastructure*. American Society for microbiology.
- Alekseevskiy N.I. 2009. *Types and Properties of Water (Properties Of Rivers, Streams, Lakes And Wetlands)*. United Kingdom. Department of Geography, Eolss Publisher
- Balasubramanian. A, 2005. *River As An Ecosystem*. University of Mysore.
- Bill Reynolds, 2012. *Fish in the zone*. diakses pada https://files.dnr.state.mn.us/mcvmagazine/young_naturalists/young-naturalists-article/limnology/limnology.pdf
- Dodds, Walter K., Matt R. Whiles. 1958. *Freshwater Ecology*. USA. Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Effendi Irzal, 2004. *Pengantar Akuakultur*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Hairston Jr, Nelson G; and Fussmann, Gregor F, 2014. *Ekosistem Danau*. Dalam: eLS. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. DOI: 10.1002/9780470015902.a0003191.pub2
- Harlina. 2021. *Limnologi, Kajian menyeluruh mengenai perairan darat*. Makassar: Gunawana Lestari.
- Latuconsina, Husain. 2019. *Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Mutmainnah. 2024. *Perairan Lotik dan Lentik*. Bandung: Universitas diponegoro. Diakses pada https://www.academia.edu/9065008/Perairan_Lotik_dan_Lentik
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk
- Postel, S.L. and Carpenter, S.R, 1997. *Freshwater Ecosystem Services*. In: Daily, G., Ed., *Nature's Services*, Island Press, Washington DC, 195-214.

- Retnaningdyah, Catur. 2019. *Blooming Microcystis di Ekosistem Perairan Tawar dan Cara Pengendaliannya*. Malang: UB Press.
- Russel, S and Kelly Fielding. 2010. *Water demand Management Research; A Psychological Perspective*. Water Resourch Research. Vol. 46. W.05302
- Suyasa, I.N., M. Nurhudah dan S. Raharjo, 2010. *Ekologi Perairan*. Jakarta. STP Press.
- Walker, D.B., M.L. Brusseau dan K. Fitzsimmonsanal. 2019. *Ephysical-Chemical Characteristics Of Water. USA, Academic Press*.
- Wetzel, R.G. dan Likens, 1979. *Limnological Analyses*. London: W.B.Saunders Company
- Whitten, A., Mustafa, M., & Henderson, S., 1987. *Ekologi Sulawesi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

BAB 4

SUMBER DAYA PERIKANAN

Oleh Dimas Rizky Hariyadi

4.1 Pendahuluan

Sumberdaya perikanan, yang mencakup organisme hidup di dalam perairan seperti ikan, udang, kerang dan mamalia laut, memiliki peran yang sangat penting dalam menyokong kehidupan manusia dan keberlangsungan ekosistem perairan di seluruh dunia. Sejak zaman kuno, manusia telah mengandalkan sumberdaya perikanan sebagai salah satu sumber makanan utama. Ketergantungan pada sumberdaya perikanan terus berlanjut hingga saat ini, di mana jutaan orang di seluruh dunia masih bergantung pada hasil tangkapan ikan untuk penghidupan mereka (FAO, 2018).

Sumberdaya perikanan adalah populasi organisme laut yang digunakan oleh manusia dan dapat dikelola untuk keberlanjutan jangka panjang (Hilborn, 2013). Sedangkan menurut Murphy (2012), sumberdaya perikanan adalah setiap organisme air yang secara langsung atau tidak langsung berkontribusi pada penyelenggaraan kehidupan manusia dan memiliki nilai ekonomi atau ekologi. Dengan definisi yang beragam ini, dapat dipahami bahwa sumberdaya perikanan mencakup berbagai organisme hidup di dalam perairan yang memiliki nilai ekonomi atau ekologi dan berperan penting dalam menyokong kehidupan manusia serta ekosistem perairan secara keseluruhan.

Mengetahui sumberdaya perikanan memiliki manfaat yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan, baik dari sudut pandang ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Berikut adalah beberapa manfaat dari pengetahuan tentang sumberdaya perikanan:

1. Ketersediaan Pangan: Pengetahuan tentang sumberdaya perikanan membantu memastikan ketersediaan pangan

yang mencukupi bagi populasi manusia. Sumberdaya perikanan memberikan sumber protein hewani yang penting dalam diet manusia, membantu mengurangi kelaparan dan kekurangan gizi di berbagai wilayah, terutama di daerah pesisir (FAO, 2018).

2. Penghidupan dan Mata Pencarian: Industri perikanan memberikan penghidupan dan mata pencarian bagi jutaan orang di seluruh dunia, terutama di komunitas pesisir. Pengetahuan tentang sumberdaya perikanan membantu mengelola industri perikanan dengan berkelanjutan, sehingga memastikan berlanjutan penghidupan dan penghasilan bagi masyarakat yang bergantung pada sektor ini (Cinner et al. 2016).
3. Ekonomi dan Perdagangan: Sumberdaya perikanan memiliki nilai ekonomi yang besar sebagai komoditas perdagangan internasional. Pengetahuan tentang potensi sumberdaya perikanan dalam hal nilai ekonomi membantu negara-negara untuk mengoptimalkan manfaat ekonomi dari sektor perikanan, baik dalam hal ekspor maupun kontribusi terhadap produk domestik bruto (PDB) (World Bank, 2017).
4. Konservasi dan Manajemen Sumberdaya: Pengetahuan tentang sumberdaya perikanan penting dalam pengelolaan dan konservasi sumberdaya alam. Dengan pemahaman yang baik tentang populasi, habitat, dan dinamika ekosistem perairan, para pengambil kebijakan dapat merancang strategi manajemen yang efektif untuk menjaga keberlanjutan sumberdaya perikanan serta ekosistem perairan secara keseluruhan (Costello et al. 2016).
5. Pemberdayaan Komunitas Lokal: Pengetahuan tentang sumberdaya perikanan dapat menjadi alat pemberdayaan bagi komunitas lokal, terutama di daerah pesisir. Dengan memahami potensi sumberdaya yang dimiliki, komunitas dapat mengembangkan inisiatif lokal untuk pengelolaan sumberdaya perikanan, meningkatkan kesejahteraan, dan memperkuat ketahanan pangan (Pomeroy & Douvere, 2008).

Dengan demikian, pengetahuan tentang sumberdaya perikanan tidak hanya memberikan manfaat langsung dalam hal pemenuhan kebutuhan pangan dan ekonomi, tetapi juga penting dalam konteks konservasi lingkungan, pembangunan berkelanjutan, dan pemberdayaan masyarakat. Sumberdaya perikanan menunjukkan keberagaman yang sangat besar, baik dari segi spesies maupun peran ekologisnya dalam ekosistem perairan.

4.2 Sumber Daya Perikanan

Sumberdaya perikanan menunjukkan keberagaman yang sangat besar, baik dari segi spesies maupun peran ekologisnya dalam ekosistem perairan. Berikut beberapa jenis sumberdaya perikanan yang penting untuk kita ketahui dan pelajari:

4.2.1 Vertebrata

Vertebrata adalah kelompok hewan yang memiliki tulang belakang atau tulang punggung sebagai ciri khasnya. Mereka termasuk dalam filum Chordata dan mencakup berbagai spesies, mulai dari ikan, amfibi, reptil, burung, hingga mamalia (Simpson, 1945). Menurut Wilson (2001), Vertebrata adalah kelompok hewan yang memiliki sumbu tulang belakang yang menopang tubuh dan melindungi sistem saraf pusat. Mereka merupakan bagian penting dari kerajaan Animalia dan memiliki adaptasi khusus untuk kehidupan darat, air, dan udara.

Sumberdaya perikanan vertebrata meliputi organisme air yang memiliki tulang belakang. Ini termasuk ikan, mamalia laut seperti paus dan lumba-lumba, serta reptil laut seperti penyu. Organisme ini memiliki peran penting dalam rantai makanan perairan dan menjadi target utama dalam penangkapan ikan komersial dan budidaya (Froese & Pauly, 2021).

4.2.2 Invertebrata

Invertebrata adalah kelompok hewan yang tidak memiliki tulang belakang atau tulang punggung. Mereka mencakup berbagai filum, termasuk *Arthropoda*, *Mollusca*, *Annelida*, *Echinodermata*, dan banyak lagi. Invertebrata

merupakan kelompok hewan yang paling beragam dan meliputi sebagian besar keanekaragaman hayati di Bumi (Brusca & Brusca, 2003). Menurut Raven et al. (1992), invertebrata adalah kelompok hewan yang tidak memiliki tulang belakang dan mencakup sebagian besar hewan di planet ini. Mereka memiliki struktur tubuh yang beragam dan mencakup organisme seperti serangga, laba-laba, remis, teripang, cacing dan banyak lagi.

Sumberdaya perikanan invertebrata mencakup organisme air yang tidak memiliki tulang belakang. Ini termasuk moluska seperti tiram, kerang, sotong, dan cumi-cumi, serta invertebrata lain seperti udang dan lobster. Organisme ini memiliki nilai ekonomi yang signifikan sebagai sumber pangan dan produk industri (FAO, 2019).

4.2.3 Tanaman air

Tanaman air adalah tumbuhan yang tumbuh di air atau di sekitar air. Mereka memiliki adaptasi khusus untuk hidup dalam lingkungan yang tergenang air atau lembap, dengan akar dan batang yang disesuaikan untuk menyerap nutrisi dan oksigen dari air (Raven et al. 1992). Menurut Bold et al. (1987), tanaman air adalah tumbuhan yang terutama hidup di dalam atau dekat air. Mereka dapat tumbuh di perairan tawar, payau, atau laut, dan memiliki struktur tubuh yang disesuaikan dengan keadaan lingkungan yang basah atau tergenang air.

Definisi di atas menggambarkan tanaman air sebagai tumbuhan yang memiliki adaptasi khusus untuk hidup di lingkungan yang tergenang air, baik itu perairan tawar, payau, atau laut. Mereka memiliki peran penting dalam ekosistem perairan dan menyediakan habitat serta makanan bagi berbagai organisme.

4.3 Jenis-Jenis Sumber Daya Perikanan

4.3.1 Vertebrata

1. Ikan

Ikan adalah vertebrata akuatik yang memiliki tubuh yang disesuaikan dengan kehidupan di dalam air. Mereka mencakup berbagai spesies dengan karakteristik morfologi

dan perilaku yang beragam. Contoh: Salmon (*Salmo salar*), Tuna (*Thunnus* spp.), dan Cod (*Gadus morhua*) (Froese & Pauly, 2003).

Berikut adalah ciri-ciri ikan vertebrata:

- a. Memiliki tubuh yang aerodinamis, dirancang untuk mengurangi gesekan dengan air sehingga memungkinkan mereka bergerak dengan lancar di dalam air (Webb, 1984).
- b. Kulit dilapisi dengan sisik, struktur pelindung yang membantu mengurangi kehilangan air dan melindungi tubuh dari cedera dan infeksi (Cloutier & Arratia, 2004).
- c. Ikan vertebrata bernapas dengan insang, struktur internal yang berperan dalam pertukaran gas dengan air, memungkinkan mereka mengambil oksigen dan membuang karbondioksida (Maina, 2014).
- d. Memiliki berbagai jenis sirip dan ekor yang berperan dalam pergerakan dan manuver di dalam air. Sirip membantu menjaga keseimbangan dan mengarahkan arah gerakan, sedangkan ekor memberikan daya dorong (Videler, 1993).
- e. Memiliki tulang belakang dan rangka endoskeleton yang memberikan struktur dan dukungan tubuh. Tulang belakang berperan sebagai sumbu utama dan melindungi sumsum tulang belakang, sedangkan rangka endoskeleton mendukung otot dan organ internal (Nelson, 2016).
- f. Memiliki sistem saraf yang kompleks, termasuk otak dan sumsum tulang belakang, yang mengatur fungsi-fungsi tubuh seperti penglihatan, pendengaran, penciuman, dan persepsi lingkungan (Hara, 2010).



Gambar 4.1. Ikan Vertebrata
(Sumber : WWF, 2015)

2. Mamalia Laut

Mamalia laut adalah vertebrata yang menghabiskan sebagian besar atau seluruh hidupnya di lingkungan air. Mereka memiliki adaptasi khusus untuk kehidupan di laut, seperti kemampuan bernapas di dalam air dan struktur tubuh yang aerodinamis. Contoh: Paus Biru (*Balaenoptera musculus*), Lumba-lumba (*Delphinidae*) dan Anjing Laut (*Otariidae*) (Moore, 2008).

Berikut adalah ciri-ciri mamalia laut vertebrata:

- a. Memiliki berbagai adaptasi anatomi untuk hidup di lingkungan air. Ini termasuk struktur tubuh yang aerodinamis, sirip dan ekor yang memungkinkan pergerakan efisien di dalam air, serta kulit yang halus untuk mengurangi gesekan (Moore, 2008).
- b. Meskipun mamalia laut bernapas udara seperti mamalia lainnya, mereka memiliki adaptasi khusus untuk hidup di air. Ini termasuk kapasitas paru-paru yang besar untuk menyimpan oksigen dan kemampuan untuk menahan napas dalam waktu yang lama saat menyelam (Ponganis & Kooyman, 2007).
- c. Sebagian besar adalah vivipar, yang berarti mereka melahirkan anak yang sudah berkembang di dalam rahim dan merawatnya setelah lahir. Ini memungkinkan mereka untuk hidup di lingkungan air yang berbeda dengan efektif (Reynolds et al. 2005).
- d. Sering menunjukkan perilaku sosial yang kompleks, termasuk pembentukan kelompok sosial, komunikasi

vokal, dan perawatan terhadap anak-anak. Hal ini membantu mereka dalam berburu, pertahanan dari predator, dan reproduksi (Mann, 2006).

- e. Melakukan migrasi jarak jauh antara tempat makan dan tempat berkembang biaknya. Migrasi ini sering kali berlangsung secara teratur dan berkontribusi pada distribusi populasi dan keseimbangan ekosistem (Mate et al. 1998).

Ciri-ciri ini menjelaskan adaptasi khusus yang dimiliki mamalia laut vertebrata untuk hidup dan berkembang biak di lingkungan air, yang membuat mereka menjadi bagian integral dari ekosistem laut.



Gambar 4.2. Mamalia Laut Vertebrata
(Sumber : WWF, 2022)

3. Reptil Air

Reptil air adalah vertebrata yang hidup di lingkungan air, baik di perairan tawar maupun laut. Mereka memiliki adaptasi khusus untuk kehidupan di air, seperti kemampuan bernapas di dalam air dan penutup tubuh yang aerodinamis. Contoh: Penyu (*Testudines*), Buaya (*Crocodylidae*) dan Ular Air (*Hydrophiinae*) (Vitt & Caldwell, 2014).

Berikut adalah ciri-ciri reptil air vertebrata:

- a. Memiliki adaptasi anatomi untuk hidup di lingkungan air, termasuk tubuh yang aerodinamis, sirip yang teradaptasi untuk pergerakan di dalam air, dan kulit yang halus untuk mengurangi gesekan dengan air (Vitt & Caldwell, 2014).
- b. Bernapas dengan paru-paru dan memiliki kapasitas penahanan napas yang lama. Hal ini memungkinkan mereka untuk menyelam dalam jangka waktu yang cukup lama saat mencari makan atau menghindari predator (Owerkowicz et al. 1999).
- c. Hidup di perairan tawar, seperti sungai dan danau, sementara yang lain dapat ditemukan di perairan laut. Mereka memiliki adaptasi yang berbeda sesuai dengan lingkungan hidup mereka (Shine, 2014).
- d. Beberapa spesies bertelur, sementara yang lainnya melahirkan anak yang sudah berkembang. Mereka mungkin juga memiliki perilaku perawatan terhadap telur atau anak-anak untuk memastikan kelangsungan hidup keturunan (Jansen, 1993).
- e. Memiliki pola aktivitas dan perilaku makan yang beragam tergantung pada spesies dan lingkungan hidupnya. Beberapa mungkin aktif di siang hari, sementara yang lainnya lebih aktif pada malam hari (Greene, 1997).



Gambar 4.3. Reptil Air Vertebrata
(Sumber : WWF, 2022)

4. Burung Air

Burung air adalah vertebrata yang umumnya ditemukan di perairan dan memiliki adaptasi khusus untuk kehidupan di lingkungan air, seperti sayap yang lebar dan kaki yang panjang untuk berenang atau berjalan di permukaan air. Contoh: Ansa (*Anseriformes*), Bangau (*Ciconiiformes*) dan Flamingo (*Phoenicopteridae*) (Del Hoyo et al. 1992).

Berikut adalah ciri-ciri burung air vertebrata:

- a. Burung air memiliki adaptasi anatomi yang memungkinkan mereka untuk hidup dan berkembang biak di lingkungan air. Ciri-ciri ini meliputi bulu-bulu yang tahan air, kaki yang panjang dan ramping untuk berjalan di permukaan air atau lumpur, serta sayap yang lebar untuk terbang dengan lancar di atas air (del Hoyo et al. 1992).
- b. Memiliki kemampuan berenang dan menyelam yang baik. Mereka dapat menggunakan kaki mereka sebagai daya tolak untuk berenang di air, dan beberapa spesies memiliki kemampuan menyelam untuk mencari makanan di dalam air (Lovvorn et al. 2004).
- c. Umumnya memakan berbagai jenis makanan yang ditemukan di lingkungan air, termasuk ikan, crustacea, serangga air, dan tanaman air. Beberapa spesies burung air juga menggunakan teknik khusus dalam mencari makanan, seperti menyelam, menyaring air, atau mencari makanan di lumpur (Kushlan & Hancock, 2005).
- d. Seringkali hidup dalam kelompok sosial, terutama selama musim berkembang biak. Mereka mungkin membentuk koloni besar untuk berkembang biak, dengan perilaku kawin dan perawatan terhadap anak-anak yang kompleks (Burger & Gochfeld, 2004).
- e. Melakukan migrasi jarak jauh antara lokasi berkembang biak dan lokasi musim dingin mereka. Migrasi ini sering kali melibatkan perjalanan ribuan kilometer dan merupakan peristiwa yang penting dalam siklus hidup burung air (Newton, 2010).



Himantopus leucocephalus



Platela regia



Ephippiorhynchus asiaticus



Threskiornis aethiopicus

Gambar 4.4. Burung Air Vertebrata
(Sumber : Maruapey et al. 2022)

5. Amfibi

Amfibi adalah vertebrata yang hidup di dua lingkungan, yaitu di air dan darat. Meskipun banyak amfibi hidup di darat, beberapa spesies menghabiskan sebagian besar hidupnya di perairan. Contoh: Kodok (*Anura*), Salamander (*Caudata*), Katak (*Gymnophiona*) (Duellman & Trueb, 1994).

Berikut adalah ciri-ciri amfibi vertebrata:

- a. Memiliki kehidupan dwi fase, yaitu fase larva (biasanya berada di air) dan fase dewasa (biasanya berada di darat). Mereka berkembang biak di air dan kemudian bermetamorfosis menjadi bentuk dewasa yang biasa ditemui di darat (Duellman & Trueb, 1994).
- b. Kulit sangat lembab dan permeabel, yang memungkinkan mereka untuk bernapas dan menyerap air melalui kulit. Kulit ini juga berperan sebagai organ pernapasan tambahan selain paru-paru (Heatwole & Barthalmus, 1999).

- c. Memiliki sistem peredaran darah yang sederhana dengan jantung tiga ruang (dua atrium dan satu ventrikel). Hal ini memungkinkan mereka untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan dari air ke darat (Burggren & McMahon, 1988).
- d. Meskipun hidup di darat saat dewasa, mereka masih bergantung pada air untuk berkembang biak. Telur-telur amfibi diletakkan di air, dan larva berkembang di dalam air sebelum bermetamorfosis menjadi bentuk dewasa (Dodd, 2013).
- e. Memiliki pola makan yang beragam tergantung pada spesiesnya. Larva amfibi umumnya menjadi herbivora atau karnivora, sedangkan dewasa bisa menjadi herbivora, karnivora, atau omnivora (Altig & McDiarmid, 2015).



Gambar 4.5. Amfibi Vertebrata
(Sumber : Raven & Johnson, 2002)

4.3.2 Invertebrata

1. Udang

Udang adalah invertebrata akuatik yang termasuk dalam filum Arthropoda. Mereka memiliki tubuh yang dilindungi oleh eksoskeleton dan sering hidup di perairan laut, meskipun ada juga spesies yang hidup di perairan tawar (Holthuis, 1980).

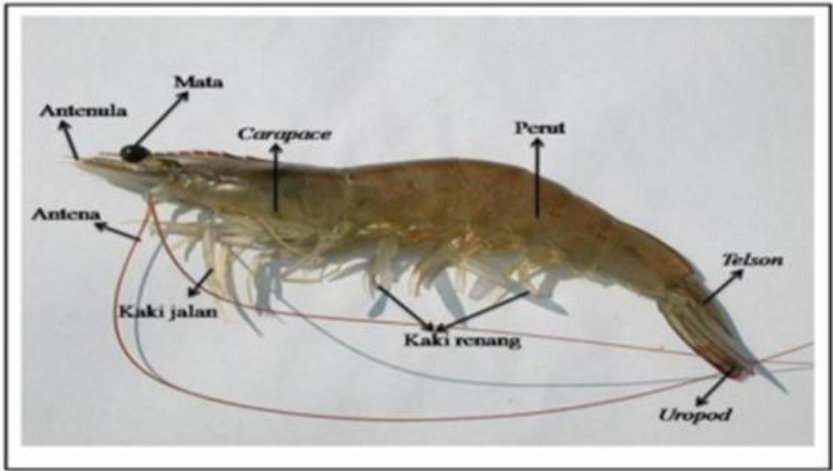
Berikut adalah ciri-ciri udang invertebrata:

- a. Memiliki berbagai adaptasi anatomi untuk hidup di lingkungan air. Ini termasuk struktur tubuh yang aerodinamis, sirip dan ekor yang memungkinkan

pergerakan efisien di dalam air, serta kulit yang halus untuk mengurangi gesekan (Moore, 2008).

- b. Meskipun mamalia laut bernapas udara seperti mamalia lainnya, mereka memiliki adaptasi khusus untuk hidup di air. Ini termasuk kapasitas paru-paru yang besar untuk menyimpan oksigen dan kemampuan untuk menahan napas dalam waktu yang lama saat menyelam (Ponganis & Kooyman, 2007).
- c. Sebagian besar adalah vivipar, yang berarti mereka melahirkan anak yang sudah berkembang di dalam rahim dan merawatnya setelah lahir. Ini memungkinkan mereka untuk hidup di lingkungan air yang berbeda dengan efektif (Reynolds et al. 2005).
- d. Sering menunjukkan perilaku sosial yang kompleks, termasuk pembentukan kelompok sosial, komunikasi vokal, dan perawatan terhadap anak-anak. Hal ini membantu mereka dalam berburu, pertahanan dari predator, dan reproduksi (Mann, 2006).
- e. Melakukan migrasi jarak jauh antara tempat makan dan tempat berkembang biaknya. Migrasi ini sering kali berlangsung secara teratur dan berkontribusi pada distribusi populasi dan keseimbangan ekosistem (Mate et al. 1998).

Ciri-ciri ini menjelaskan adaptasi khusus yang dimiliki mamalia laut vertebrata untuk hidup dan berkembang biak di lingkungan air, yang membuat mereka menjadi bagian integral dari ekosistem laut.



Gambar 4.6. Udang
(Sumber : (Akbaidar, 2013))

2. Kerang

Kerang adalah invertebrata molluska yang memiliki cangkang ganda dan hidup di berbagai jenis lingkungan perairan, termasuk perairan laut, payau, dan tawar. Mereka sering diambil untuk dijadikan bahan pangan manusia (Shumway, 1996).

Berikut adalah ciri-ciri kerang invertebrata:

- a. Memiliki adaptasi anatomi untuk hidup di lingkungan air, termasuk tubuh yang aerodinamis, sirip yang teradaptasi untuk pergerakan di dalam air, dan kulit yang halus untuk mengurangi gesekan dengan air (Vitt & Caldwell, 2014).
- b. Bernapas dengan paru-paru dan memiliki kapasitas penahanan napas yang lama. Hal ini memungkinkan mereka untuk menyelam dalam jangka waktu yang cukup lama saat mencari makan atau menghindari predator (Owerkowicz et al. 1999).
- c. Hidup di perairan tawar, seperti sungai dan danau, sementara yang lain dapat ditemukan di perairan laut. Mereka memiliki adaptasi yang berbeda sesuai dengan lingkungan hidup mereka (Shine, 2014).

- d. Beberapa spesies bertelur, sementara yang lainnya melahirkan anak yang sudah berkembang. Mereka mungkin juga memiliki perilaku perawatan terhadap telur atau anak-anak untuk memastikan kelangsungan hidup keturunan (Jansen, 1993).
- e. Memiliki pola aktivitas dan perilaku makan yang beragam tergantung pada spesies dan lingkungan hidupnya. Beberapa mungkin aktif di siang hari, sementara yang lainnya lebih aktif pada malam hari (Greene, 1997).



Gambar 4.7. Kerang
(Sumber : WWF, 2015)

3. Cumi-Cumi

Cumi-cumi adalah invertebrata moluska yang termasuk dalam kelas Cephalopoda. Mereka memiliki tubuh yang lunak, dengan cangkang internal yang disebut pen yang termodifikasi. Cumi-cumi hidup di laut dan merupakan komoditas penting dalam perikanan (Rodhouse, 1998).

Berikut adalah ciri-ciri cumi invertebrata:

- a. Burung air memiliki adaptasi anatomi yang memungkinkan mereka untuk hidup dan berkembang

biak di lingkungan air. Ciri-ciri ini meliputi bulu-bulu yang tahan air, kaki yang panjang dan ramping untuk berjalan di permukaan air atau lumpur, serta sayap yang lebar untuk terbang dengan lancar di atas air (del Hoyo et al. 1992).

- b. Memiliki kemampuan berenang dan menyelam yang baik. Mereka dapat menggunakan kaki mereka sebagai daya tolak untuk berenang di air, dan beberapa spesies memiliki kemampuan menyelam untuk mencari makanan di dalam air (Lovvorn et al. 2004).
- c. Umumnya memakan berbagai jenis makanan yang ditemukan di lingkungan air, termasuk ikan, crustacea, serangga air, dan tanaman air. Beberapa spesies burung air juga menggunakan teknik khusus dalam mencari makanan, seperti menyelam, menyaring air, atau mencari makanan di lumpur (Kushlan & Hancock, 2005).
- d. Seringkali hidup dalam kelompok sosial, terutama selama musim berkembang biak. Mereka mungkin membentuk koloni besar untuk berkembang biak, dengan perilaku kawin dan perawatan terhadap anak-anak yang kompleks (Burger & Gochfeld, 2004).
- e. Melakukan migrasi jarak jauh antara lokasi berkembang biak dan lokasi musim dingin mereka. Migrasi ini sering kali melibatkan perjalanan ribuan kilometer dan merupakan peristiwa yang penting dalam siklus hidup burung air (Newton, 2010).



Gambar 4.8. Cumi-Cumi
(Sumber : Baskoro et al., 2011)

4. Lobster

Lobster adalah invertebrata krustasea yang termasuk dalam kelompok Decapoda. Mereka memiliki tubuh yang dilindungi oleh eksoskeleton, dengan sepasang kaki berkait di bagian depan. Lobster biasanya hidup di dasar laut dan menjadi target penangkapan komersial (Phillips, 1996).

Berikut adalah ciri-ciri lobster invertebrata:

- a. Memiliki kehidupan dwi fase, yaitu fase larva (biasanya berada di air) dan fase dewasa (biasanya berada di darat). Mereka berkembang biak di air dan kemudian bermetamorfosis menjadi bentuk dewasa yang biasa ditemui di darat (Duellman & Trueb, 1994).
- b. Kulit sangat lembab dan permeabel, yang memungkinkan mereka untuk bernapas dan menyerap air melalui kulit. Kulit ini juga berperan sebagai organ pernapasan tambahan selain paru-paru (Heatwole & Barthalmus, 1999).
- c. Memiliki sistem peredaran darah yang sederhana dengan jantung tiga ruang (dua atrium dan satu ventrikel). Hal ini memungkinkan mereka untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan dari air ke darat (Burggren & McMahon, 1988).

- d. Meskipun hidup di darat saat dewasa, mereka masih bergantung pada air untuk berkembang biak. Telur-telur amfibi diletakkan di air, dan larva berkembang di dalam air sebelum bermetamorfosis menjadi bentuk dewasa (Dodd, 2013).
- e. Memiliki pola makan yang beragam tergantung pada spesiesnya. Larva amfibi umumnya menjadi herbivora atau karnivora, sedangkan dewasa bisa menjadi herbivora, karnivora, atau omnivora (Altig & McDiarmid, 2015).



Gambar 4.9. Lobster

5. Kepiting

Kepiting adalah invertebrata krustasea lainnya yang termasuk dalam kelompok Decapoda. Mereka memiliki tubuh yang dilindungi oleh eksoskeleton keras dan sepasang kaki berkait di bagian depan. Kepiting banyak dimanfaatkan sebagai sumber pangan manusia (Castro & Huber, 2010).

Berikut adalah ciri-ciri kepiting invertebrata:

- a. Memiliki kehidupan dwi fase, yaitu fase larva (biasanya berada di air) dan fase dewasa (biasanya berada di darat). Mereka berkembang biak di air dan kemudian

bermetamorfosis menjadi bentuk dewasa yang biasa ditemui di darat (Duellman & Trueb, 1994).

- b. Kulit sangat lembab dan permeabel, yang memungkinkan mereka untuk bernapas dan menyerap air melalui kulit. Kulit ini juga berperan sebagai organ pernapasan tambahan selain paru-paru (Heatwole & Barthalmus, 1999).
- c. Memiliki sistem peredaran darah yang sederhana dengan jantung tiga ruang (dua atrium dan satu ventrikel). Hal ini memungkinkan mereka untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan dari air ke darat (Burggren & McMahon, 1988).
- d. Meskipun hidup di darat saat dewasa, mereka masih bergantung pada air untuk berkembang biak. Telur-telur amfibi diletakkan di air, dan larva berkembang di dalam air sebelum bermetamorfosis menjadi bentuk dewasa (Dodd, 2013).
- e. Memiliki pola makan yang beragam tergantung pada spesiesnya. Larva amfibi umumnya menjadi herbivora atau karnivora, sedangkan dewasa bisa menjadi herbivora, karnivora, atau omnivora (Altig & McDiarmid, 2015).



Gambar 4.10. Kepiting
(Sumber : WWF, 2023)

4.3.3 Tanaman air

1. Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Eceng gondok adalah tumbuhan air yang sering ditemukan di perairan tawar. Meskipun dianggap sebagai gulma air karena kemampuannya untuk berkembang biak secara cepat, eceng gondok juga memberikan manfaat sebagai habitat ikan dan mencegah erosi tanah di tepi sungai (Elster, 1998).



Gambar 4.11. Enceng Gondok
(Sumber : Ratnani et al., 2011)

2. Lotus (*Nelumbo* spp.)

Lotus adalah tumbuhan air yang indah dan sering digunakan sebagai tanaman hias di kolam dan danau. Selain itu, bagian-bagian dari tanaman lotus, seperti bunga dan biji, juga memiliki nilai ekonomis dan sering dimanfaatkan dalam industri makanan dan obat-obatan (Shen-Miller, 1995).



Gambar 4.12. Lotus
(Sumber : Bishayee et al., 2022)

3. Lemna (*Lemna* spp.)

Lemna, atau lebih dikenal dengan nama bayam air, adalah jenis tanaman air kecil yang melayang di permukaan air. Meskipun sering dianggap sebagai gulma air, lemna memiliki nilai sebagai pakan ikan dan dapat membantu dalam meningkatkan kualitas air dengan menyerap nutrisi berlebih (Landolt & Kandeler, 1987).



Gambar 4.13. Lemna
(Sumber : Umarudin et al., 2015)

4. Hydrilla (*Hydrilla verticillata*)

Hydrilla adalah jenis tanaman air yang sering dianggap sebagai gulma air yang merugikan karena kemampuannya untuk menyebar secara cepat dan menutupi permukaan air. Namun, sebagai sumber makanan bagi beberapa spesies ikan dan hewan air, hydrilla juga memiliki nilai ekologis dan perikanan tertentu (Madeira & Chollet, 2003).



Gambar 4.14. Hydrilla
(Sumber : Ginting et al., 2023)

6. *Salvinia* (*Salvinia* spp.)

Salvinia adalah genus tanaman air yang terdiri dari beberapa spesies yang melayang di permukaan air. Meskipun sering dianggap sebagai gulma air, *Salvinia* dapat memberikan manfaat sebagai penyedia habitat bagi larva serangga air dan sumber makanan bagi ikan herbivora (Ferreira et al. 2017).



Gambar 4.15. *Salvinia*
(Sumber : Kholifah & Rachmadiarti, 2019)

DAFTAR PUSTAKA

- Akbaidar, G. A. (2013). "Penerapan Menejemen Kesehatan Budidaya Udang Vannamei di Sentral Budidaya Udang Desa Sidodadi Dan Desa Gebang Kabupaten Pesawaran." Skripsi: Unila.
- Altig, R. & McDiarmid, R. W. (2015). "Handbook of Larval Amphibians of the United States and Canada." Cornell University Press.
- Baskoro, M. S., Purwangka, F. & Suherman, A. (2011). "Atraktor Cumi-Cumi." Semarang: Badan Penerbit UNDIP.
- Bishayee, A., Patel, P. A., Sharma, P., Thoutireddy, S. & Das, N. (2022). "Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) and Its Bioactive Phytocompounds: A Tribute to Cancer Prevention and Intervention." *Cancers*, (14)529, 1-48.
- Bold, H. C., Alexopoulos, C. J. & T. Delevoryas. (1987). *Morphology of Plants and Fungi*. Fifth Edition. New York. Harper and Row, Publisher, Inc.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2004). "Herons (Ardeidae)." In *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Cornell Lab of Ornithology.
- Burggren, W. W., & McMahon, B. R. (1988). "Biology of the Land Crabs." Cambridge University Press.
- Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (2003). "Invertebrates." Sinauer Associates.
- Castro, P., & Huber, M. E. (2010). "Marine Biology." McGraw-Hill Education.
- Cinner, J. E., Huchery, C., MacNeil, M. A., Graham, N. A., McClanahan, T. R., Maina, J., Maire, E., Kittinger, J. N., Hicks, C. C., Mora, C., Allison, E. H., D'Agata, S., Hoey, A., Feary, D. A., Crowder, L., Williams, I. D., Kulbicki, M., Vigliola, L., Wantiez, L., Edgar, G., Stuart-Smith, R. D., Sandin, S. A., Green, A. L., Hardt, M. J., Beger, M., Friedlander, A., Campbell, S. J., Holmes, K. E., Wilson, S. K., Brokovich, E., Brooks, A. J., Cruz-Motta, J. J., Booth, D. J., Chabanet, P., Gough, C., Tupper, M., Ferse, S. C. A., Sumaila,

- U. R. & David Mouillot. (2016). "Bright Spots among the World's Coral Reefs." *Nature*, 535(7612), 416-419.
- Cloutier, R., & Arratia, G. (2004). "Early Diversification of Actinopterygians." In G. Arratia & A. Tintori (Eds.), *Mesozoic Fishes 3 – Systematics, Paleoenvironments and Biodiversity* (pp. 217-246). Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Costello, C., Ovando, D., Clavelle, T., Strauss, C. K., Hilborn, R., Melnychuk, M. C., Branch, T. A., Gaines, S. D., Szuwalski, C. S., Cabral, R. B., Rader, D. N. & Leland, A. "Global Fishery Prospects under Contrasting Management Regimes." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(18), 5125-5129.
- del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A. & de Juana, E. (eds.). (1992). "Handbook of the Birds of the World." Lynx Edicions.
- Dodd Jr, C. K. (2013). "Amphibian Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques." Oxford University Press.
- Duellman, W. E., & Trueb, L. (1994). "Biology of Amphibians." Johns Hopkins University Press.
- Elster, J. (1998). "Ecological Observations on the Effects of *Eichhornia crassipes* in the Ecosystems of the Upper Paraná River, Brazil." *Hydrobiologia*, 362(1-3), 253-258.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2018). "The State of World Fisheries and Aquaculture 2018." FAO Fisheries and Aquaculture Department.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2019). "The State of World Fisheries and Aquaculture 2020." FAO Fisheries and Aquaculture Department.
- Ferreira, C. S., Braga, F. M. S., Rodrigues, J. M. D. S., & Mansano, V. F. (2017). "Bioaccumulation and Effects of Cadmium on Growth and Photosynthesis of *Salvinia auriculata* Aubl." *Aquatic Toxicology*, 184, 57-65.
- Froese, R., & Pauly, D. (Eds.). (2021). "FishBase." World Wide Web Electronic Publication. www.fishbase.org.
- Ginting, M., Marbun, N. R., Sinaga, S., Fitri, K. & Leny. (2023). "Formulasi dan Evaluasi Sediaan Gummy Candies dari Sari Ganggang *Hydrilla* (*Hydrilla verticillata* L.) yang

- Tumbuh di Perairan Danau Toba." *Majalah Farmasetika*, 8(1), 13-26.
- Hara, T. J. (2010). "Chemical Communication in Fishes." Springer Science & Business Media.
- Heatwole, H., & Barthalmus, G. T. (Eds.). (1999). "Amphibian Biology: Volume 4: Palaeontology." Surrey Beatty & Sons.
- Holthuis, L. B. (1980). "Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere." FAO Fisheries Technical Paper No. 193.
- Greene, H. W. (1997). "Snakes: The Evolution of Mystery in Nature." University of California Press.
- Hilborn, R. (2013). "Overfishing Solutions: What Really Works." *Ocean & Coastal Management*, 74, 2-7.
- Janzen, F. J. (1993). "An Experimental Analysis of Natural Selection on Body Size of Hatchling Turtles." *Ecology*, 74(2), 332-341.
- Kholifah, N. & Rachmadiarti, F. (2019). "Pemanfaatan *Salvinia minima* sebagai Penyerap Logam Berat Timbal (Pb) pada Berbagai Konsentrasi Pb." *LenteraBio*, 8(3), 237-242.
- Kushlan, J. A., & Hancock, J. A. (2005). "Heron." Oxford University Press.
- Landolt, E., & Kandeler, R. (1987). "The Family of Lemnaceae – A Monographic Study. Vol. 2. Biosystematic Investigations in the Family of Duckweeds (*Lemnaceae*)." *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich*, 2, 1-566.
- Lovvorn, J. R. (2004). "Swimming Capacity and Depth Selection of Diving Birds: Diving Birds Weighing 0.2 to 10 Kilograms." *Journal of Experimental Biology*, 207(24), 4379-4389.
- Madeira, P. T., & Chollet, R. (2003). "Influence of Temperature on the Efficacy of Fluridone on Hydrilla (*Hydrilla verticillata*)." *Weed Technology*, 17(2), 328-332.
- Maina, J. N. (2014). "Comparative Respiratory Physiology: Mechanisms, Ecology, and Evolution of Gas Exchange." *Open Access Animal Physiology*, 6, 53-66.

- Mann, J. (2006). "Establishing Trust: Sociosexual Behaviour and the Development of Male-Male Bonds Among Indian Ocean Bottlenose Dolphins." In J. Mann et al. (Eds.), *Sexual Coercion in Primates and Humans: An Evolutionary Perspective on Male Aggression Against Females* (pp. 212-230). Harvard University Press.
- Mate, B. R. (1998). "Satellite-Monitored Movements and Dive Characteristics of a Pygmy Sperm Whale (*Kogia breviceps*) in the Florida Keys." *Marine Mammal Science*, 14(3), 518-527.
- Maruapey, A., Saeni, F. & Nanlohy, L. H. (2022). "Studi Kelimpahan Jenis Burung Air di Perairan Danau Ayamaru Kabupaten Maybrat." *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*, 4(2), 435-450.
- Moore, S. E. (2008). "Marine Mammals as Ecosystem Sentinels." *Journal of Mammalogy*, 89(3), 534-540.
- Murphy, B. R. (2012). "Aquatic Habitat: Assessment, Conservation, and Management." W. H. Freeman.
- Nelson, J. S. (2016). "Fishes of the World." Wiley.
- Newton, I. (2010). "The Migration Ecology of Birds." Academic Press.
- Owerkowicz, T. (1999). "Respiratory Physiology of the Snake *Python regius*." *Journal of Experimental Biology*, 202(24), 3643-3649.
- Phillips, B. F. (1996). "Lobsters: Biology, Management, Aquaculture & Fisheries." Blackwell Science Ltd.
- Pomeroy, R. S., & Douvere, F. (2008). "The Engagement of Stakeholders in the Marine Spatial Planning Process." *Marine Policy*, 32(5), 816-822.
- Ponganis, P. J., & Kooyman, G. L. (2007). "Diving Physiology of Marine Mammals and Seabirds." Cambridge University Press.
- Ratnani, R. D., Hartati, I. & Kurniasari, L. (2011). "Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) untuk Menurunkan Kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*), pH, Bau dan Warna pada Limbah Cair tahu." *Momentum*, 7(1), 41-47.

- Raven, P. H., Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. (1992). "Biology of Plants". Worth Publisher, New York.
- Raven, P. H., and Johnson, G. B. (2002). "Biology." 6th ed. McGraw-Hill Company, Inc., New York. 1239p.
- Reynolds III, J. E., Perrin, W. F., Reeves, R. R., Montgomery, S. & Ragen, T. (2005). "Marine Mammal Research: Conservation Beyond Crisis." Johns Hopkins University Press.
- Rodhouse, P. G. (1998). "Cephalopods." In K. Sherman & H. R. Skjoldal (Eds.), Large Marine Ecosystems of the World: Trends in Exploitation, Protection and Research (pp. 187-207). Elsevier.
- Shen-Miller, J., Mudgett, M. B., Schopf, J. W., Clarke, S., Berger, R., & Raz, S. (1995). "Structural and Chemical Investigation of a 7S Seed Storage Protein from the Sacred Lotus *Nelumbo nucifera*." Proceedings of the National Academy of Sciences, 92(1), 3919-3923.
- Shine, R. (2014). "The Evolution of Viviparity in Reptiles: An Ecological Analysis." In Reproductive Biology and Phylogeny of Reptiles (pp. 605-694). CRC Press.
- Shumway, S. E. (1996). "Natural Environmental Factors." In V. S. Kennedy, R. I. E. Newell, & A. F. Eble (Eds.), The Eastern Oyster: *Crassostrea virginica* (pp. 467-513). Maryland Sea Grant College.
- Simpson, G. G. (1945). "The Principles of Classification and a Classification of Mammals." Bulletin of the American Museum of Natural History, 85, 1-350.
- Umarudin, Nur, J., Wulandari, A. & Izzati M. (2015). "Efektivitas Tanaman Lemna (*Lemna perpusilla* Torr) sebagai Agen Fitoremediasi Pada Keramba Jaring Apung (KJA) Disekitar Tanjungmas Semarang." BIOMA, 17(1), 1-8.
- Videler, J. J. (1993). "Fish Swimming." Chapman & Hall.
- Vitt, L. J. & Caldwell, J. P. (2014). Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. 4th edition. Academic Press. 776 pp.

- Webb, P. W. (1984). "Body Form, Locomotion and Foraging in Aquatic Vertebrates." *American Zoologist*, 24(1), 107-120.
- Wilson, E. O. (2001). "The Diversity of Life." Harvard University Press.
- World Bank. (2017). "The Sunken Billions Revisited: Progress and Challenges in Global Marine Fisheries.
- World Wide Fund for Nature. (2015). "Perikanan Kerang." Panduan Penangkapan dan Penanganan. Jakarta: Yayasan WWF Indonesia.
- World Wide Fund for Nature. (2015). "Perikanan Lobster Laut." Panduan Penangkapan dan Penanganan. Jakarta: Tim Perikanan WWF Indonesia.
- World Wide Fund for Nature. (2015). "Seri Panduan Perikanan Bycatch Panduan Penanganan Hiu sebagai Tangkapan Sampingan (Bycatch)." Jakarta: Tim Perikanan WWF Indonesia.
- World Wide Fund for Nature. (2022). "Protecting blue Corridors." Challenges and solutions for migratory whales navigating national and international seas. WWF: Switzerland.
- World Wide Fund for Nature. (2022). "Penyu dan Paloh." Perjalanan konservasi di Ekor Borneo. Jakarta: Yayasan WWF Indonesia.
- World Wide Fund for Nature. (2023). "Kepiting Bakau (*Scylla* spp.)." Panduan Penangkapan dan Penanganan ed. 2. Jakarta: Yayasan WWF Indonesia.

BAB 5

SUBSISTEM PENANGKAPAN IKAN

Oleh Femiliani Novita Sari

5.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim dengan potensi perairan yang melimpah. Penangkapan ikan menjadi integral dari sejarah Indonesia selama ribuan tahun. Sebagai negara kepulauan dengan kekayaan sumberdaya laut yang melimpah, penangkapan ikan menjadi salah satu pencaharian utama bagi masyarakat pesisir dan nelayan tradisional. Pada zaman kuno, teknik penangkapan ikan yang digunakan umumnya sederhana, seperti menggunakan jaring, pancing, atau perangkap ikan. Hal ini terlihat dalam budaya pesisir Nusantara, di mana masyarakat lokal menggunakan pengetahuan tradisional mereka untuk menangkap ikan dengan berbagai cara. Seiring berjalannya waktu, terutama dengan perkembangan teknologi, metode penangkapan ikan di Indonesia telah mengalami perubahan yang signifikan. Penggunaan kapal-kapal modern, alat tangkap yang canggih, dan teknologi navigasi telah memungkinkan penangkapan ikan dalam skala yang lebih besar dan lebih efisien. Perikanan tangkap sangat memiliki peranan dalam meningkatkan produksi pangan di Indonesia sebagai sumber pertumbuhan ekonomi, sumber pangan khususnya protein hewani dan penyedia lapangan pekerjaan (Purnomo ,2012; Triarso, 2012; Rizal, Iskandar, Herawati & Dewanti 2018; Sanger, Jusuf & Andaki 2019). Perikanan tangkap di Indonesia sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan usaha perikanan, hal ini dikarenakan perikanan tangkap menyumbang produksi hasil perikanan terbesar. Hal ini juga tercantum dalam laporan FAO (2018) yang menyatakan bahwa Indonesia telah berkontribusi terhadap hasil tangkapan dunia sebesar 7,19 % (6,54 juta ton) pada tahun 2016. Pembangunan perikanan tangkap di Indonesia menjadi sangat penting untuk di

kembangkan, sehingga akan menjadi potensi yang besar dalam mewujudkan pembangunan perikanan tangkap berkelanjutan (Kusdiantoro, 2019). Penangkapan ikan adalah kegiatan berburu dan menjadi salah satu sumber penghasilan masyarakat di Indonesia. Pada saat ini kegiatan penangkapan ikan bukan hanya sekedar untuk memenuhi kebutuhannya sendirim namun sudah bergeser menjadi kegiatan ekonomi. Kegiatan penangkapan ikan umumnya dilakukan di seluruh jenis perairan seperti danau, laut, sungai, kolam dan perairan lainnya, kegiatan penangkapan ikan sulit di lakukan pada perairan yang memiliki arus kencang dan berbahaya, perairan berkarang juga dapat merusak alat tangkap yang digunakan (Nainggolan, 2007). Keberlanjutan perikanan tangkap di Indonesia tidak hanya menghadapi permasalahan overfshing dan overcapacity, namun menghadapi beberapa tantangan khususnya pada iklim di Indonesia yang tidak menentu (Kusdiantoro, 2019). Keputusan Menteri Kelautan dan perikanan No. 50 Tahun 2017 menyatakan bahwa jumlah tangkapan yang di perbolehkan di perairan Indonesia sebesar 12,54 juta ton pertahun, dari jumlah tersebut maka secara internasional yang boleh di manfaatkan sekitar 10 juta ton pertahun atau 80% dari seluruh potensi lestari sumberdaya ikan yang ada (KKP, 2020). Kelimpahan ikan yang ada di Indonesia apabila terus menerus di eksploitasi akan mengakibatkan tekanan dan tantangan pada sektor tersebut meski pada awalnya pemanfaatan sumberdaya perikanan hanya digunakan untuk kebutuhan semata , namun semakin hari pemanfaatan sumberdaya perikanan menjadi mata pencaharian, hal ini tentu akan berdampak pada keberlanjutan sumberdaya ikan (Nugroho & Budianto, 2012). Tingkat konsumsi ikan yang terus meningkat di seluruh dunia telah mendorong pertumbuhan industri penangkapan ikan secara signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Permintaan yang tinggi ini telah memicu praktik penangkapan ikan yang agresif dan tidak berkelanjutan, mengakibatkan penurunan populasi ikan di berbagai wilayah perairan. Selain itu, perkembangan teknologi penangkapan yang pesat juga telah memperkuat kapasitas

manusia untuk mengeksploitasi sumber daya laut, tanpa memperhitungkan konsekuensi jangka panjang terhadap ekosistem laut. Di tengah kebutuhan akan perlindungan lingkungan yang semakin mendesak, masih terdapat ketidakseimbangan yang signifikan antara permintaan pasar yang tinggi, kepentingan ekonomi, dan perlindungan sumber daya laut. Oleh karena itu, isu penangkapan ikan telah menjadi perhatian global, mendorong adopsi kebijakan dan praktik yang lebih berkelanjutan untuk menjaga keseimbangan ekologi serta keberlanjutan industri perikanan. Potensi sumberdaya perikanan yang besar memerlukan pengelolaan yang baik demi menjaga keberlangsungan sumberdaya baik dari segi ekologi, ekonomi, komunitas dan kelembagaan (Akbar, 2022)..

5.2 Subsistem Penangkapan Ikan

5.2.1 Kapal perikanan

Kapal merupakan alat transportasi yang dominan bergerak di air dan memiliki berbagai bentuk yang beragam. Kapal merupakan alat transportasi yang dapat di gerakkan melalui tenaga mekanik maupun tenaga angin yang dapat di definisikan juga sebagai kendaraan yang diam terapung, bergerak di atas air ataupun berada di bawah permukaan air. Berbeda halnya dengan perahu, kapal atau biasa disebut alat terapung selain di fungsikan sebagai alat transportasi juga dapat di fungsikan sebagai alat dalam pengoperasian penangkapan ikan dan disebut kapal perikanan (Axelius, 2022). Menurut Undang -undang No. 31 tahun 2004 tentang perikanan, kapal perikanan adalah alat apun yang di gunakan untuk melakukan penangkapan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan atau eksplorasi perikanan. Kapal perikanan adalah jenis kapal yang dirancang khusus untuk menangkap ikan dan spesies laut lainnya. Mereka bisa bervariasi dalam ukuran, mulai dari perahu kecil hingga kapal besar dengan fasilitas penanganan ikan yang canggih. Kapal perikanan dilengkapi dengan berbagai peralatan, seperti jaring, pancing, atau alat tangkap lainnya, tergantung pada jenis penangkapan yang dilakukan.

Selain itu, kapal perikanan sering dilengkapi dengan sistem pendingin atau pembekuan untuk menjaga kualitas ikan yang ditangkap. Beberapa kapal bahkan dilengkapi dengan fasilitas pengolahan ikan di tempat untuk membersihkan, memotong, dan mengemas ikan secara langsung setelah ditangkap. Namun, keberadaan kapal perikanan juga sering menjadi bahan perdebatan karena dampaknya terhadap ekosistem laut dan keberlanjutan sumber daya ikan. Banyak organisasi dan pemerintah berusaha untuk mengatur aktivitas perikanan agar dapat berkelanjutan dan tidak merusak lingkungan laut.

Kapal perikanan memiliki spesifikasi yang berbeda dengan kapal pada umumnya, kapal perikanan harus memenuhi syarat umum sebagai kapal penangkapan ikan seperti memiliki kecepatan, olah gerak mesin, ketahanan, jarak pelayaran, konstruksi mesin, fasilitas pengawetan dan pengolahan serta peralatan dalam pengoperasian alat tangkap. Saat ini kapal perikanan di Indonesia sudah mengalami kemajuan yang sangat drastis, bukan hanya konstruksi dan pemesian kapal, tetapi juga mencakup alat dan cara penanganan serta penyimpanan ikan hasil tangkapan. Pembangunan kapal perikanan menjadi sesuatu yang wajib bagi usaha perikanan guna meningkatkan pembangunan ekonomi khususnya di bidang perikanan, kapal perikanan bukan hanya berfungsi untuk menangkap ikan saja akan tetapi juga berfungsi sebagai tempat penelitian pada bidang perikanan, kelestarian sumberdaya , manajemen industri perikanan dan efektivitas serta efesiensi penangkapan (Nainggolan, 2009).

Kapal perikanan di Indonesia terdapat 2 jenis yaitu kapal tanpa motor dan kapal motor. Perbedaan kapal perikanan ini tergantung lokasi dan jarak dalam melakukan penangkapan ikan, berdasarkan teknologi yang digunakan kapal penangkapan ikan di kelompokkan dalam tradisional dan modern. Kapal penangkap ikan tradisional biasanya memanfaatkan peralatan tradisioanl. Kapal tradisional biasanya tidak menggunakan teknologi dan tidak bergantung pada peralatan modern. Maka dari itu kapal tradisional umumnya menggunakan peralatan

modern yang relatif sederhana dan sifatnya masih aman untuk lingkungan. Kapal perikanan tradisional dilengkapi mesin (perahu tanpa motor) dengan ukuran relatif kecil < 5 GT dengan alat tangkap jaring atau jala (Gambar 5.1).



Gambar 5.1. Kapal perikanan tradisional
(Sumber : *www. Kolomdesa.com*)

Kapal perikanan modern adalah kapal penangkap ikan yang memanfaatkan sumberdaya perikanan dengan menggunakan teknologi modern. Kapal perikanan modern dilengkapi mesin (kapal motor) dengan ukuran yang relatif besar serta dilengkapi dengan alat bantu penangkapan seperti GPS dan fish fender. (Alexius, 2022)(Gambar 6.2). Kategori kapal penangkap di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Kategori kapal penangkapan ikan

No.	Kategori	Alat tangkap	Karakteristik
1.	Kapal pukat cincin (purse seine)	1. Pukat cincin 2. Pukat pantai 3. Dogol 4. Payang	Memiliki kapasitas kapal 30 s.d. 600 GT dan memuat 20 s.d. 30 awak kapal.
2.	Kapal pukat garuk	1. Pukat garuk	Dioperasikan dengan menggaruk dasa perairan
3.	Kapal pukat Hela (Trawls)	1. Pukat fish 2. Pukat udang	Kapal berukuran < 300 GT.
4.	Kapal jaring angkat (lift net)	1. Bagan tancap 2. Bagan perahu 3. Brouke Ami 4. Bagan rakit	Pengoperasian dengan menggunakan alat bantu lampu untuk menarik perhatian ikan
5.	Kapal pancing Joran (Pole and Line)	1. Huhate 2. Squid jigging 3. Pancing ulur 4. Pancing tonda	Kapasitas kapal 10 – 80 GT dengan jumlah 15 – 30 awak kapal.
6.	Kapal tonda	1. Pancing	Ukuran kapal < 15 GT dengan awak kapal 5 – 7 orang
7.	Kapal Rawai (Long line)	1. Rawai tuna dasar/tetap 2. Rawai tuna	Kapasitas < 30 GT dengan jumlah 10 – 25 awak kapal.
8.	Kapal jaring insang (Gill net)	1. Jaring insang hanyut 2. Jaring insang lingkaran 3. Jaring klitik 4. Jaring insang tetap 5. Trammel net	Berkapasitas 30 GT Dengan kapasitas 7 – 12 awak kapal. Terdapat ruang akomodasi dan ruang kemudi.

Sumber : Kompas.com, Sekolah tinggi perikanan Jakarta



Gambar 5.2. Kapal Perikanan Modern
(Sumber : Gonews.id)

Kapal perikanan modern seharusnya memenuhi syarat kapal pada umumnya, kapal perikanan seharusnya memiliki persyaratan khusus sehingga memiliki fungsi dan tugas khusus, menurut Nainggolen, 2008 kapal perikanan harus memiliki karakter sebagai berikut :

1. Kapal perikanan harus memiliki konstruksi yang kuat dalam melakukan kegiatan pengkapan ikan dengan kondisi laut yang keras dan juga harus memiliki daya tahan yang kuat dari getaran mesin.
2. Kapal perikanan harus memiliki stabilitas yang tinggi, karena pada dasarnya kapal perikanan melakukan pengejaran terhadap kawanan ikan.
3. Kapal perikanan harus memiliki kecepatan (*Speed*) yang tinggi, hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan saat melakukan pencarian dan pemburuan terhadap gerombolan ikan. Selain itu, kecepatan kapal perikanan sangat di butuhkan untuk mengefiensiakan waktu yang digunakan menuju *fishing ground*
4. Kapal perikanan harus memiliki kemampuan olah gerak yang baik sehingga pada saat mesin melakukan penangkapan ikan dapat mendeteksi pergerakan ikan.

5. Kapal perikanan harus memiliki katahanan yang baik karena seringkali dalam proses penangkapan ikan, nelayan menghadapi gelombang laut yang tinggi.
6. Mesin yang ideal juga sangat diperlukan pada kapal perikanan
7. Kapal perikanan harusnya memiliki peralatan penanganan ikan yang memadai sehingga ikan yang sudah di tangkap dapat terjamin kualitas dan mutunya sebelum sampai ke pasaran.

5.2.2 Mesin Kapal Perikanan

Kapal perikanan dapat bergerak dengan aman sesuai dengan kecepatan yang direncanakan memerlukan penyesuaian mesin. Mesin kapal perikanan adalah bagian penting dari kapal yang digunakan dalam kegiatan penangkapan ikan. Mesin-mesin ini dirancang khusus untuk memberikan daya dorong yang diperlukan untuk menggerakkan kapal dan mengoperasikan peralatan penangkapan seperti jaring, pancing, atau perangkap lainnya. Ada beberapa jenis mesin yang umum digunakan dalam kapal perikanan:

1. **Mesin Diesel:** Mesin diesel adalah pilihan umum dalam kapal perikanan karena daya dorong yang kuat, efisiensi bahan bakar yang baik, dan dapat diandalkan. Mesin diesel biasanya menggunakan bahan bakar diesel dan memiliki berbagai ukuran dan kekuatan tergantung pada ukuran dan jenis kapal. Menurut Wirando dan Tsuda (2004) mesin diesel merupakan mesin yang sistem penggerakannya menggunakan sistem pemampatan yang tinggi sehingga injeksi bahan ke dalam mesin pada suhu dan tekanan tinggi
2. **Mesin Pendorong (*Propulsion Engines*):** Mesin pendorong adalah jenis mesin yang digunakan untuk menggerakkan kapal melalui air. Mereka dapat berupa mesin dalam atau luar borda, tergantung pada desain dan ukuran kapal. Mesin pendorong dapat beroperasi dengan bahan bakar diesel, bensin, atau bahkan listrik dalam beberapa kasus
3. **Mesin Penggerak Utama (Main Engine):** Mesin penggerak utama adalah mesin utama yang memberikan daya dorong

- utama untuk kapal. Mereka sering kali terhubung langsung ke poros propeller dan bertanggung jawab untuk mendorong kapal ke depan.
4. Generator: Generator menghasilkan listrik yang diperlukan untuk menyediakan daya bagi berbagai sistem kapal, termasuk mesin, peralatan penangkapan, penerangan, dan lain-lain. Mereka biasanya digerakkan oleh mesin diesel dan bertanggung jawab atas penyediaan daya listrik di kapal.
 5. Sistem Pendingin: Sistem pendingin penting untuk menjaga suhu mesin dan mencegah overheating. Kapal perikanan sering beroperasi dalam kondisi yang berat di laut, sehingga sistem pendingin yang efektif sangat penting untuk menjaga kinerja mesin.

Mesin-mesin ini merupakan inti dari kapal perikanan modern dan berperan penting dalam memastikan kapal dapat berlayar, mencapai lokasi penangkapan ikan, dan menjalankan operasi penangkapan dengan efisien dan aman. Pemeliharaan yang teratur dan perawatan mesin juga penting untuk memastikan keandalan dan kinerja optimal kapal. Indonesia menghadapi tantangan dalam pengembangan kapasitas, potensi dan permintaan kapal perikanan di pasaran. Galangan kapal di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir mengalami penurunan 1% produksi, bahkan kapal mesin bekas dari negara luar masih terus di impor untuk memenuhi permintaan kapal dalam negeri. Produksi kapal perikanan di Indonesia mengalami penurunan disebabkan karena kurangnya bahan baku kayu untuk membuat kapal (Axelius, 2022).

5.2.3 Anak buah kapal Perikanan

Anak buah kapal perikanan adalah orang-orang yang bekerja di kapal perikanan dan membantu dalam berbagai tugas terkait penangkapan ikan, pengoperasian kapal, dan pemeliharaan peralatan. (Azhar, 2022). Menurut Murti, 2015 ABK merupakan bagian integral dari tim di kapal perikanan dan memiliki peran yang beragam tergantung pada spesifikasi kapal dan jenis penangkapan ikan yang dilakukan. Beberapa peran

yang umumnya dimainkan oleh anak buah kapal perikanan meliputi:

1. *Nelayan*: Mereka yang bertanggung jawab langsung dalam menangkap ikan, menggunakan alat penangkapan ikan seperti jaring, pancing, atau perangkap untuk menangkap ikan.
2. *Nakhoda*: Kapten kapal atau orang yang bertanggung jawab atas pengoperasian keseluruhan kapal, navigasi, dan keamanan awak dan muatan.
3. *Deckhands* (Awak Dek): Awak kapal yang membantu dalam tugas-tugas dek, seperti mengangkat jaring, membersihkan kapal, memperbaiki peralatan, dan menjaga kebersihan kapal.
4. *Engineers* (Teknisi Mesin): Orang-orang yang bertanggung jawab atas pemeliharaan dan perbaikan mesin kapal, serta sistem mekanis lainnya di kapal.
5. *Koki*: Orang yang bertanggung jawab atas persiapan makanan di kapal dan memastikan bahwa awak kapal mendapatkan makanan yang cukup dan sehat selama perjalanan.
6. *Nakhoda Tunggal* (*Skipper*): Jika kapal perikanan tidak memiliki nakhoda penuh, ada juga nakhoda tunggal yang bertanggung jawab atas operasi kapal dan penangkapan ikan.

Anak buah kapal perikanan biasanya bekerja dalam kondisi yang keras dan sering kali berhadapan dengan risiko yang signifikan di laut. Mereka memainkan peran penting dalam industri perikanan, dan kesejahteraan mereka serta kondisi kerja yang aman dan layak penting untuk dipertimbangkan dalam pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

5.2.4 Alat Penangkapan Ikan

Penangkapan Ikan adalah kegiatan untuk memperoleh Ikan di perairan yang tidak dalam keadaan dibudidayakan dengan alat dan cara yang mengedepankan asas keberlanjutan dan kelestarian, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal

untuk memuat, mengangkat, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan/atau mengawetkannya. Alat penangkapan ikan di Indonesia sangat beragam jenisnya. Nomura dan Yamazaki (1975) dalam Sudirman dan Mallowa, 2004 menjelaskan bahwa alat tangkap ikan di klasifikasikan dalam enam golongan yaitu golongan pancing dan golongan alat tangkap lainnya. Alat tangkap dan metode penangkapan sebagai berikut:

1. Alat tangkap yang menggunakan jaring (*Netting wear*) (Gambar 5.3)

- a. *Gill net* yaitu semua alat tangkap yang menggunakan jaring dan proses penangkapannya dengan cara menghadang kawanan ikan seperti *surface net*, *mid water*, *gill net*, *bottom gill net* dan *sweeping net*. *Gill net* adalah jenis alat penangkapan ikan yang terdiri dari jaring dengan mata jaring yang dirancang untuk menangkap ikan dengan cara menjebak mereka melalui insang (gill) mereka. Jaring ini biasanya terbuat dari bahan sintetis seperti nilon dan ditarik tegang di antara tiang penyangga di atas kapal penangkap ikan. *Gill net* biasanya digunakan di perairan yang tenang dan digunakan untuk menangkap berbagai jenis ikan, termasuk ikan pelagis kecil hingga menengah. Cara kerja *gill net* adalah dengan membiarkan jaring terapung secara vertikal di air. Ketika ikan berenang melewati jaring, kepala dan insang mereka tersangkut di dalam jaring sementara badan mereka terus berenang. Hal ini menyebabkan ikan terjebak dan tidak bisa kembali ke belakang, sehingga memungkinkan nelayan untuk mengumpulkan ikan yang terperangkap. Meskipun *gill net* adalah alat penangkapan ikan yang efektif, namun penggunaannya sering kali kontroversial karena dapat menangkap ikan secara tidak selektif, termasuk spesies yang tidak ditargetkan serta spesies yang dilindungi atau berukuran kecil. Hal ini dapat menyebabkan penangkapan yang tidak berkelanjutan dan dapat membahayakan keberlanjutan sumber daya

ikan. Beberapa daerah telah mengatur penggunaan gill net untuk memastikan penangkapan ikan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

- b. *Entangle net*, yaitu alat tangkap jaring yang operasi penangkapannya menangkap ikan secara terbelit, seperti ikan tuna *drift net* dan *trammel net*. *Entangle net*, juga dikenal sebagai jaring jalinan, adalah jenis alat penangkapan ikan yang dirancang untuk menangkap ikan dengan cara menjebak mereka secara fisik. Jaring ini biasanya terbuat dari bahan yang kuat dan tahan lama seperti nilon, dan memiliki struktur yang rumit dengan serangkaian simpul dan lubang yang dirancang sedemikian rupa untuk menjerat ikan. Cara kerja *entangle net* adalah dengan membiarkan jaring terapung di air. Ketika ikan berenang melalui jaring, bagian tubuh mereka seperti sirip, ekor, atau bahkan seluruh tubuh mereka dapat tersangkut di dalam simpul atau lubang jaring. Hal ini menyebabkan ikan terjebak dan tidak dapat melepaskan diri, memungkinkan nelayan untuk mengumpulkan ikan yang terperangkap. *Entangle net* dapat digunakan untuk menangkap berbagai jenis ikan, tergantung pada desain dan ukuran jaring. Namun, penggunaannya sering kali menuai kontroversi karena dapat menimbulkan masalah keberlanjutan, seperti penangkapan ikan secara tidak selektif atau penangkapan spesies yang dilindungi atau berukuran kecil. Beberapa daerah telah mengatur penggunaan *entangle net* untuk memastikan bahwa penangkapan ikan dilakukan dengan cara yang lebih berkelanjutan dan bertanggung jawab.
- c. *Towing net*, yaitu sejumlah jaring yang dalam proses penangkapannya operasinya ditarik dan didorong. Alat tangkap ini memiliki kantong misalnya *beach seine*, *cantrang*, dan *trawl*. *Towing net*, atau *trawl net*, adalah jenis alat penangkapan ikan yang digunakan oleh kapal perikanan untuk menangkap ikan dengan cara menarik jaring besar melalui air. *Towing net* umumnya

digunakan untuk menangkap ikan yang hidup di dasar laut, seperti udang, lobster, ikan demersal, dan spesies lainnya. Cara kerja towing net adalah dengan menjatuhkan jaring ke dasar laut dan kemudian menariknya dengan menggunakan kapal penangkap ikan. Jaring ini biasanya memiliki mulut yang lebar dan terbuka yang diikat pada tiang-tiang atau gording di bagian atasnya dan diatapi dengan bobot di bagian bawahnya untuk menjaga jaring tetap di dasar laut. Ketika jaring ditarik, ikan dan organisme lain yang berada di dasar laut terperangkap di dalamnya dan kemudian diangkat ke atas kapal. Meskipun towing net sangat efektif dalam menangkap ikan secara massal, penggunaannya sering kali menuai kontroversi karena dapat menimbulkan masalah lingkungan, termasuk penangkapan ikan secara tidak selektif dan merusak habitat dasar laut. Oleh karena itu, banyak wilayah telah mengatur penggunaan towing net untuk memastikan bahwa penangkapan ikan dilakukan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan.

- d. Lift net, yaitu alat penangkapan ikan yang berupa jaring angkat, contohnya alat tangkap floating lift net dan bottom lift net. Lift net adalah jenis alat penangkapan ikan yang digunakan untuk menangkap ikan secara vertikal dengan mengangkat mereka dari kedalaman air ke permukaan. Alat ini terdiri dari sebuah rangka atau kerangka yang diberi jaring di bagian bawahnya. Jaring ini biasanya terbuat dari bahan seperti nilon atau kawat. Cara kerja lift net adalah dengan menjatuhkan jaring ke dalam air hingga mencapai kedalaman yang diinginkan. Kemudian, ikan yang berada di dekat jaring atau di atasnya dapat masuk ke dalam jaring ketika jaring tersebut ditarik ke atas. Setelah jaring naik ke permukaan, ikan yang terperangkap di dalamnya dapat diambil. Lift net sering kali digunakan dalam skala kecil, seperti di perairan sungai, danau, atau perairan dangkal lainnya. Mereka bisa menjadi alat yang efektif untuk

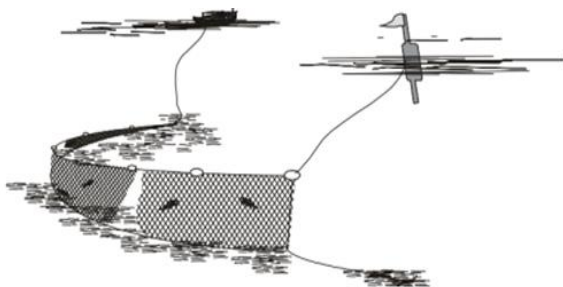
menangkap ikan secara selektif, terutama jika digunakan dengan hati-hati. Namun, seperti halnya dengan alat penangkapan ikan lainnya, penggunaan lift net harus diatur dengan ketat untuk mencegah penangkapan yang berlebihan atau merusak habitat ikan.

- e. *Surrounding net*, yaitu alat penangkapan ikan yang pengoperasiannya atau cara menangkap ikan dengan cara melingkari gerombolan ikan dan ikan masuk ke kantong atau kantong bentukan, contohnya alat tangkap *purse seine*. *Surrounding net*, atau yang juga dikenal sebagai *purse seine net*, adalah jenis alat penangkapan ikan yang digunakan untuk menangkap ikan pelagis (yang hidup di dekat permukaan laut) seperti tuna, ikan sardin, dan ikan pelagis lainnya. *Surrounding net* biasanya digunakan dalam skala besar oleh kapal penangkap ikan industri untuk menangkap ikan secara massal. Meskipun efektif, penggunaan *surrounding net* sering kali menuai kontroversi karena dapat menangkap ikan secara tidak selektif, termasuk spesies yang tidak ditargetkan atau ikan yang berukuran kecil, serta dapat memiliki dampak yang signifikan pada ekosistem laut. Oleh karena itu, penggunaan dan pengelolaan *surrounding net* harus diatur dengan ketat untuk memastikan penangkapan ikan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab
- f. *Covering net*, yaitu alat penangkapan ikan yang dioperasikan menangkap ikan dengan menutupi dari atas, umumnya alat tangkap ini dioperasikan di perairan dangkal, misalnya jala lempar, *lantern net* (net berbingkai).
- g. *Trap net*, yaitu alat penangkapan ikan yang pengoperasiannya dengan cara ikan tertangkap karena terperangkap. Ukuran alat tangkap ini ada yang kecil, sedang, dan besar serta berdasarkan posisinya ada yang *portable trap net* dan *girdling barrier*, misalnya jenis-jenis bubu dan sero.

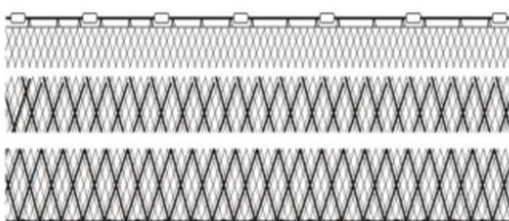
2. Alat tangkap pancing

Alat tangkap pancing adalah semua jenis alat tangkap yang menggunakan pancing, alat tangkap pancing merupakan salah satu alat tangkap yang ramah lingkungan, termasuk *long line*, misalnya, *pole and line*, *trolling line*, *drift line*, dan *bottom long line* (Gambar 5.4). Pancing pertama kali di perkenalkan nelayan bugis yang berlokasi di sendang biru, Malang. Pancing merupakan alat tangkap yang dioperasikan. Pancing ulur merupakan salah satu alat tangkap pancing yang banyak digunakan di Indonesia untuk menangkap ikan tuna, oancing ulur merupakan alat tangkap tradisional yang memiliki konstruksi yang sederhana dan pengoperasian alat tangkap pancing tidak memerlukan modal yang besar , namun perkembangan alat tangkap pancing di Indonesia tidak mengalami peningkatan yang besar dibandingkan dengan alat tangkap lainnya. Dalam rangka peningkatan hasil tangkapan, maka sangat di perlukan pengembangan perikanan pancing ulur dengan memodifikasi alat tangkap yang sudah ada (Sudirman dan Mallawa, 2012).

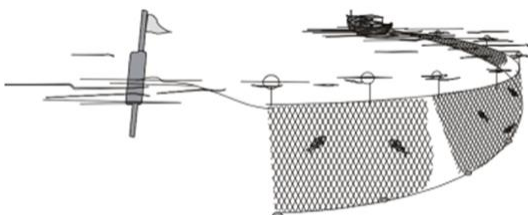
Pancing ulur memiliki konstruksi yaitu 1) Gulungan tali; 2) Tali pancing ;3) Mata pancing dan pemberat (Subani dan Barus 1989). Pancing ulur di operasikan dengan mulai mempersiapkan alat tangkap, bahan bakar, es balok dan mesin kapal yang digunakan. Pemberangkatan menuju fishing ground di mulai pukul 15.00 dengan waktu tempuh sekitar 1-4 jam sesuai dengan jarak tempuh menuju fishing ground. Umumnya pancing ulur dioperasikan dengan menggunakan mata pancing yang berukuran kecil terlebih dahulu untuk memancing ikan – ikan kecil yang akan digunakan sebagai umpan.



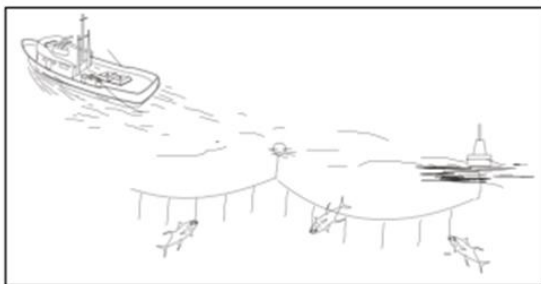
Gambar jaring insang tetap



Gambar jaring insang kombinasi

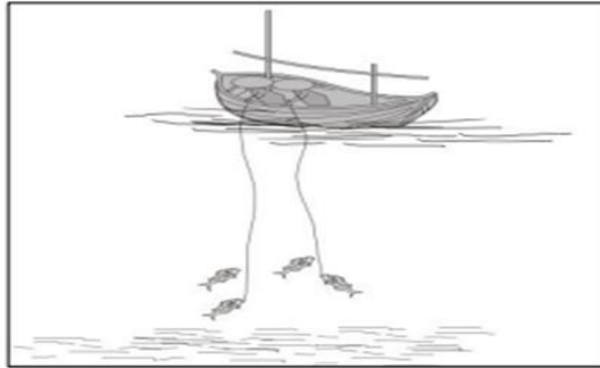


Gambar jaring insang hanyut

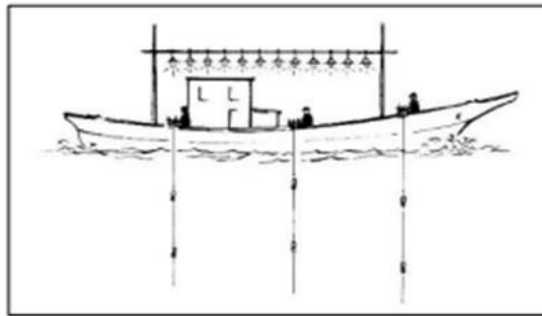


Gambar rawai tuna

Gambar 5.3. Alat Tangkap Jaring
(Sumber : dkp.lebakkab.go.id)



Gambar pancing ulur



Gambar pancing cumi

Gambar 5.4. Alat Tangkap Pancing
(Sumber : dkp.lebakkab.go.id)

5.2.5 Alat Bantu Penangkapan Ikan

Alat bantu penangkapan ikan merupakan alat bantu yang digunakan untuk memudahkan nelayan dalam melakukan operasi penangkapan ikan, selain itu alat bantu penangkapan juga memudahkan nelayan dalam mengangkat ikan hasil tangkapan. Desain alat bantu penangkapan ikan difokuskan pada ketiga aspek tersebut di atas dengan beberapa penyederhanaan konsep agar dapat diaplikasikan secara luas (Cahyadi, 2017). Dalam meningkatkan produktivitas penangkapan, nelayan menggunakan alat bantu penangkapan ikan salah satunya adalah rumpon. Rumpon merupakan alat

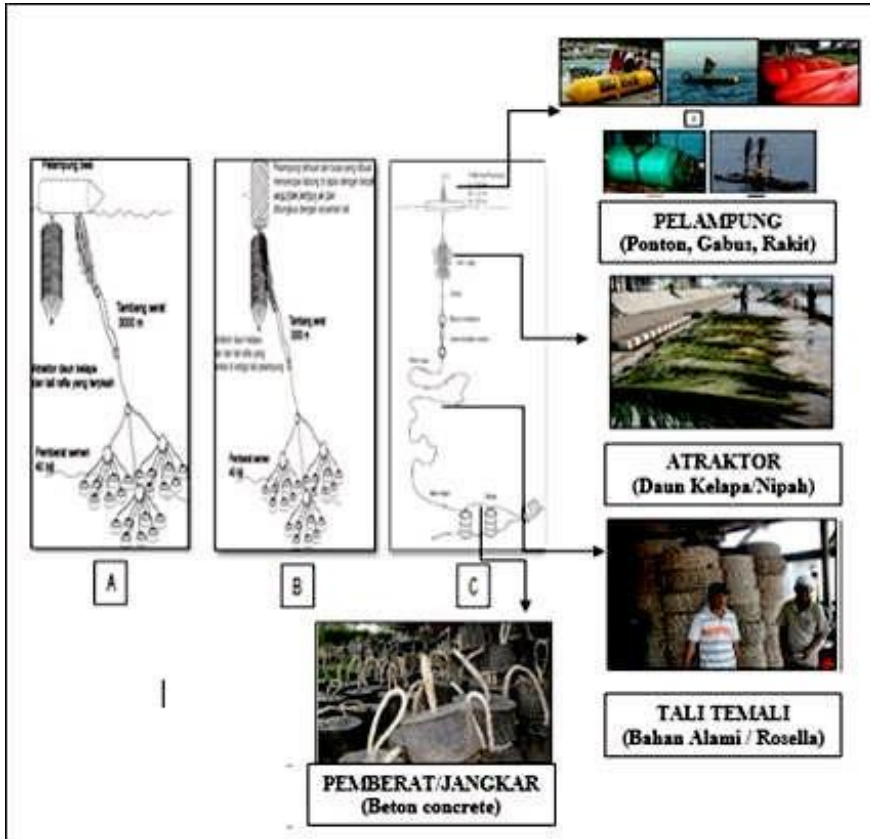
bantu penangkapan ikan yang bertujuan untuk mengumpulkan kawanan ikan untuk berkumpul pada suatu tempat sehingga memudahkan proses penangkapan ikan. Pemasangan rumpon dimulai sejak tahun 2004 dan menyebar hampir di seluruh perairan Indonesia. Tujuan pemasangan rumpon dalam rangka efisiensi usaha penangkapan ikan tuna , karena memudahkan nelayan dalam penangkapan ikan serta mengurangi biaya penggunaan bahan bakar minyak (BBM)(Wudianto, 2019). Rumpon adalah alat bantu penangkapan ikan yang mengkonsetrasikan ikan pada suatu perairan sehingga memudahkan nelayan melakukan penangkapan. Berdasarkan hasil penelitian Lalogau (2014) di Kabupaten Jenepono, desain rumpon permanen dimodifikasi memiliki satu pelampung , empat badan rumpon dan memiliki 2 pemberat yaang di pasang pada dasar perairan.

Rumpon adalah struktur buatan yang biasanya terbuat dari bambu atau bahan-bahan lainnya yang dirakit dan diikat bersama untuk menarik ikan ke lokasi tertentu. Rumpon biasanya digunakan dalam industri perikanan untuk meningkatkan hasil tangkapan ikan. Cara kerja rumpon cukup sederhana. Mereka ditempatkan di perairan tertentu dan diikat ke dasar laut. Rumpon ini kemudian menarik ikan dan organisme laut lainnya karena mereka menyediakan tempat berlindung dan sumber makanan yang kaya. Kapal perikanan kemudian dapat datang ke lokasi tersebut untuk menangkap ikan yang berkumpul di sekitar rumpon. Penggunaan rumpon bisa kontroversial karena meskipun mereka meningkatkan hasil tangkapan, mereka juga dapat mengganggu ekosistem laut dan memengaruhi migrasi ikan. Beberapa negara mengatur penggunaan rumpon untuk memastikan bahwa praktik ini berkelanjutan dan tidak merusak lingkungan laut.

Meskipun rumpon dapat meningkatkan hasil tangkapan ikan, mereka juga memiliki beberapa kekurangan yang perlu dipertimbangkan: 1) Rumpon cenderung menarik berbagai jenis ikan, termasuk ikan yang tidak ditargetkan dan mungkin memiliki populasi yang rentan atau terancam punah. Ini dapat mengancam keberlanjutan sumber daya ikan ; 2) Pembuatan

dan pemeliharaan rumpon memerlukan biaya yang signifikan. Petani ikan yang bergantung pada rumpon mungkin terjerat dalam siklus biaya tinggi dan bergantung pada teknologi ini untuk hasil tangkapan mereka ; 3) Karena rumpon menarik ikan ke area yang terkonsentrasi, ini dapat menyebabkan konflik antara nelayan yang bersaing untuk sumber daya ikan yang terbatas di sekitar rumpon; 3) Rumpon bisa menjadi bahaya navigasi bagi kapal-kapal yang lewat di sekitarnya, terutama di perairan yang ramai dilalui.

Pada dasarnya rumpon memiliki dua tipe yang berkembang di Indonesia yaitu rumpon hanyut (free drifting FADs) dan rumpon berjangkar (anchored FADs) (Freon & Dragon, 2000). Rumpon yang paling banyak digunakan adalah rumpon berjangkar, secara garis besar rumpon berjangkar pada penangkapan ikan tuna memiliki konstruksi 1). Pelampung berupa bambu yang di rakit 2). Atraktor yang terbuat dari daun kepala 3). Tali yang terbuat dari bahan alami 4). Kili – kili 5). Pemberat yang dikombinasikan dengan baja dan semen (Hargiyatno *et al*, 2013) (Gambar 5.5).



Gambar 5.5. Konstruksi Rumpon
(Sumber : Hargiyatno et al, 2013)

Rumpon merupakan alat bantu penangkapan ikan yang di perbolehkan dan dilegalkan pemerintah sebagai upaya dalam meningkatkan produksi penangkapan ikan sesuai dengan peraturan pemerintah Kepmen KP No. 30/2004. Berdasarkan kondisi perairan pemasangan rumpon mengacu pada variabilitas klorofil-a dan suhu permukaan laut, desain dan jarak pemasangan rumpon adalah 10 mil laut, di pasang sejajar garis pantai dan tidak zig-zag agar tidak mengganggu jalur pelayaran. Peraturan pemerintah menetapkan model pengelolaan sebagai upaya dalam perbaikan.

Menurut Nurani, 2014 beberapa hal yang perlu dilakukan perbaikan dalam pengelolaan rumpon diantaranya :

1. Perijinan pemasangan rumpon yang tidak searah, artinya perijinan pemasangan rumpon dilakukan di pusat sementara perijinan pada alat tangkap dilakukan di provinsi
2. Pemerintah sebagai pejabat yang menerapkan peraturan penggunaan rumpon tidak memiliki data jumlah rumpon
3. Nelayan sebagai pengguna rumpon tidak memahami peraturan serta pemanfaatan rumpon sebagai alat bantu penangkapan ikan, sehingga banyak rumpon yang dipasang secara ilegal dan tidak sesuai aturan.
4. Pengawasan terhadap penggunaan alat bantu rumpon belum dilakukan secara maksimal
5. Tindakan tegas terhadap pelanggaran penggunaan rumpon belum di tindaklanjuti.

DAFTAR PUSTAKA

- [FAO] Food & Agriculture Organization. (2018). Fishery And Aquaculture Statistics 2016. Roma, Italia.
- Akbar. I. 2022. Literature Review Pemanfaatan Sumber Daya Kelautan Untuk *Sustainable Development Goals* (Sdgs). Jurnal Sains Eduatika Indonesia (Jsei). Vo. 4, No. 1, Hal. 17-22.
- Axelius.B, Kumara.S.N, Ariastina.G.W. 2022. Review Ragam Jenis Kapal Perikanan Indonesia. Jurnal Spektrum Vol 9, No. 3.
- Cahyadi. R, Suwandi. A. 2017. Perancangan Alat Bantu Penangkap Ikan (Fishing Deck Machinery) Untuk Peningkatan Produktivitas Nelayan. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2017. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 1-2 November 2017.
- Hargiyatno. T. I, Anggawangsa . F. R, Wudianto. 2013. Perikanan Pancing Ulur Di Pelabuhan Ratu: Kinerja Teknis Alat Tangkap. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan Konservasi Sumberdaya Ikan. Jakarta.
- KKP, 2020. Laporan Kinerja Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan Dan Perikanan.
- Kusdiantoro,Fahrudin A, Wisudo H. S, & Juanda. B. (2019) Perikanan Tangkap Di Indonesia: Potret Dan Tantangan Keberlanjutannya. Jurnal Sosek Kp. Vol. 14 No. 2 : 145 - 162. Institusi Pertanian Bogor. Kota Bogor
- Lalogau, MY. 2014. Desain, Konstruksi Dan Instalasi Rumpon Permanen Di Pulau Libukang Kabupaten Jeneponto. Skripsi. Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Murti E. (2015). Pengaruh Pembagian Kerja Terhadap Efektifitas Organisasi Public Di Desa Karangrejo Kecamatan Kendal Kabupaten Ngawi. Jurnal Sosial. 16(1):
- Nainggolan. Candra. 2009. Metode Penangkapan Ikan. Jakarta : Universitas Terbuka, Kementrian Pendidikan Nasional.
- Nomura M. & Yamazaki T. (1975). *Fishing Techniques, Vol. 1, Textbooks Of* Sadhori S.N. (1984). Bahan Dan Alat Penangkapan Ikan. Jakarta: Yasaguna.

- Nurani, T.W., Wisudo, S.H., Wahyuningrum, P.I., & Arhatin, R.E. (2014). Model Pengembangan Rumpon Sebagai Alat Bantu Dalam Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Tuna Secara Berkelanjutan. *J. Ilmu Pertan. Ind.* 19(1), 57-65.
- Purnomo BH. (2012). Peranan Perikanan Tangkap Berkelanjutan untuk Menunjang Ketahanan Pangan Di Indonesia. Artikel. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Rizal A, Iskandar, Herawati H, Dewanti LP. (2018). *Potret Dan Review: Strategi Pembangunan Perikanan Dan Kelautan*. Unpad Press. Bandung.
- Sanger CLM, Jusuf A & Andaki JA. (2019). Analisis Orientasi Kewirausahaan Nelayan Tangkap Skala Kecil Dengan Alat Tangkap "JUBI" Di Kelurahan Batulubang Kecamatan Lembeh Selatan Kota Bitung. *Akulturasi: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, Vol 7 (1) : 1095-1101
- Subani, W., Dan H. R. Barus. 1989. Alat Penangkapan Ikan Dan Udang Laut. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut 5 Tahun 1988 (Edisi Khusus)*. Jakarta. 248 Hal.
- Sudirman & Mallawa. (2004). Teknik Penangkapan Ikan. Makassar: Rineka Cipta.
- Sudirman Dan Achmar Mallawa. 2012. Teknik Penangkapan Ikan. Rineka Cipta: Jakarta.
- Triarso I. (2012). Potensi Dan Peluang Pengembangan Usaha Perikanan Tangkap Di Pantura Jawa Tengah. *Jurnal Saintek Perikanan*, Vol 8 (1) : 65 – 73.

BAB 6

PENGELOLAAN PERIKANAN

Oleh Muhammad Nur

6.1 Pendahuluan

Pengelolaan perikanan saat ini menjadi sangat penting dan diperlukan karena sejumlah alasan yang sangat sederhana. Beberapa alasan yang menjadi pertimbangan pentingnya pengelolaan perikanan tersebut diantaranya adalah 1) Sumberdaya ikan merupakan sumber pangan penting dikarenakan menyediakan pangan bagi 2,6 miliar orang atau sekitar 40% dari populasi manusia di dunia dengan setidaknya kebutuhan manusia akan protein hewani rata-rata sekitar 20% 2) Populasi manusia di dunia meningkat lebih cepat dibandingkan total pasokan ikan untuk pangan; 3) Perikanan yang bersumber dari hasil tangkapan di laut telah mengalami penurunan, namun demikian perikanan akuakultur justru mengalami peningkatan; 4) Status perikanan dunia cukup mengkhawatirkan bahwa 50% sumberdaya perikanan diantaranya telah dieksploitasi sepenuhnya sehingga tidak ada peluang untuk menangkap lebih banyak ikan; 5) Sekitar 25% diantaranya mengalami eksploitasi berlebihan, angka ini meningkat dari 10% pada tahun 1974; 6) 25% diantaranya mengalami eksploitasi kurang atau sedang, angka ini turun dari 40% pada tahun 1974; 7) 97% masyarakat yang menggantungkan pendapatan atau makanannya pada penangkapan ikan berada di wilayah ini negara berkembang; 8) 50% tangkapan ikan dunia ditangkap oleh nelayan skala kecil (Hindson et al., 2005).

Dalam skala global, banyak aktifitas di sektor perikanan telah mengalami banyak permasalahan. Olehnya, diperlukan upaya pengelolaan perikanan secara hati-hati untuk membalikkan penurunan produksi perikanan yang terjadi pada saat ini dan untuk mempertahankan produksi ikan tetap terjaga

di masa depan. Populasi ikan akan berkurang sangat signifikan dibandingkan yang pernah dibayangkan, dan pemulihan populasi setelah penangkapan ikan yang berlebihan bisa jauh lebih lambat dari yang kita perkirakan. Olehnya tindakan tegas menuju pengelolaan yang lebih baik sangat diperlukan saat ini.

Kondisi perikanan yang bersifat *open access* dan besarnya tekanan dari pertumbuhan populasi manusia akan menyebabkan terjadinya eksploitasi berlebihan atas sumberdaya perikanan yang terbatas. Saat ini terdapat permasalahan terhadap sumberdaya perikanan yaitu semakin menurunnya populasi ikan di perairan (Pauly & Zeller, 2017). Olehnya diperlukan upaya yaitu pengelolaan perikanan secara berkelanjutan.

Pengelolaan perikanan dapat diartikan sebagai semua upaya, termasuk proses yang terintegrasi dalam pengumpulan informasi, analisis, perencanaan, konsultasi, pembuatan keputusan, alokasi Sumber Daya Ikan, dan implementasi serta penegakan hukum dari peraturan perundang-undangan di bidang Perikanan, yang dilakukan oleh pemerintah atau otoritas lain yang diarahkan untuk mencapai kelangsungan produktivitas sumber daya hayati perairan dan tujuan yang telah disepakati.

Peningkatan pengelolaan perikanan pada saat ini akan berdampak besar pada kemampuan untuk mencapai tujuan pembangunan perikanan dunia terutama dalam rangka upaya untuk mengurangi penduduk yang menderita kelaparan dan kekurangan gizi, stunting, serta menjamin kelestarian sumberdaya ikan, habitat dan lingkungannya.

6.2 Perikanan berkelanjutan

Penangkapan ikan dapat dikatakan berkelanjutan jika dapat dilakukan dalam jangka waktu yang panjang dengan tingkat produktivitas biologis dan ekonomi yang stabil, tanpa menimbulkan perubahan ekologis bagi generasi mendatang. Apabila aktifitas penangkapan ikan terlalu banyak maka hasil tangkapan perikanan juga akan kurang dari potensi lestariannya. Jika terjadi terus menerus maka diperkirakan kondisi perikanan

tersebut akan mengalami penurunan hingga mencapai titik kehancuran.

Meskipun sebagian besar wilayah perairan laut di dunia telah dilindungi oleh peraturan-peraturan yang berbeda-beda yang diberlakukan di setiap wilayah dengan tujuan untuk mendorong pengelolaan berkelanjutan. Namun tak dapat dipungkiri pula bahwa masih banyak negara-negara berkembang yang sektor perikananannya belum dikelola dengan baik, atau dikelola hanya dengan peraturan dasar dan tanpa penilaian nyata terhadap status stok ikan.

Banyak perikanan yang masih dikelola dengan tujuan ekonomi dan sosial jangka pendek sebagai prioritas utama sehingga menghadapi risiko yang cukup besar untuk kehilangan banyak manfaat yang seharusnya didapatkan. Dalam mengelola perikanan secara berkelanjutan, kita perlu mempertimbangkan tiga komponen yaitu ekobiologi, sosial dan ekonomi. Masing-masing hal ini harus saling melengkapi agar sistem secara keseluruhan dapat berkelanjutan.

6.3 Rencana pengelolaan perikanan

Rencana pengelolaan perikanan adalah dokumen yang menganalisis situasi terkini di sektor perikanan. Dokumen yang menetapkan beberapa prinsip yang harus diikuti dalam melaksanakan aktifitas pengelolaan, merinci tujuan dan sasaran pengelolaan perikanan dan proses pengelolaan perikanan akan dilakukan.

Rencana pengelolaan diharapkan dibuat dengan mengikuti prinsip singkat dan sederhana (mudah dipahami). Berikut adalah contoh konten yang ada dalam suatu dokumen rencana pengelolaan perikanan diantaranya: 1. Pendahuluan, 2. Sinopsis biologi, 3. Ikhtisar perikanan, 4. Status stok, 5. Permasalahan manajemen saat ini, 6. Tujuan jangka panjang, 7. Tujuan pengelolaan secara khusus, 8. Tindakan pengelolaan, 9. Tindakan penegakan hukum, dan 10. Tanggung jawab keuangan. Rencana pengelolaan yang sukses adalah dokumen kerja yang selalu dijadikan acuan oleh pengelola perikanan dan terbuka terhadap perubahan di masa depan (Hindson et al., 2005).

Selanjutnya bagaimana proses dalam menyusun rencana pengelolaan?. Terdapat beberapa langkah dalam penyusunan dokumen pengelolaan. Pertama, penulisan rencana pengelolaan perikanan harus dimulai oleh otoritas pengelolaan perikanan atau badan yang bertanggung jawab, dalam hal ini di Indonesia dapat dilakukan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan selaku otoritas penuh dan tertinggi terhadap pengelolaan perikanan di Indonesia. Rencana pengelolaan merupakan dokumen kebijakan formal dan harus disetujui secara resmi. Menulis rencana pengelolaan dengan antusiasme, komitmen dan dukungan praktis dari semua pihak. Tekhusus di Indonesia dokumen Rencana Pengelolaan Perikanan (RPP) dilakukan dengan tahapan yaitu a) penyusunan rencana kerja; b) pengumpulan data dan informasi; c) analisis; d) penyusunan dokumen awal RPP; e) konsultasi publik; dan f) penyusunan dokumen final rencana pengelolaan.

Kedua, otoritas pengelolaan perikanan harus yakin bahwa dengan memiliki rencana pengelolaan adalah hal yang penting dan akan meningkatkan pengelolaan perikanan. Rencana pengelolaan harus menjadi dokumen yang digunakan secara aktif, dan tidak hanya digunakan untuk perikanan yang sedang bermasalah. Sangat penting untuk mendorong pengelolaan perikanan yang proaktif dan hati-hati dengan selalu berpedoman dengan oleh kode etik untuk perikanan yang bertanggung jawab (*FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries*).

6.3.1 Membentuk tim perencanaan manajemen

Salah satu langkah awal yang dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dari pemerintah pusat adalah membentuk tim perencanaan pengelolaan perikanan. Orang-orang yang dibentuk dalam tim ini memiliki peran dan fungsi yang jelas untuk membuat rencana pengelolaan.

Para anggota tim perencanaan manajemen ini harus satu visi dan berkomitmen menyelesaikan pekerjaan dengan tepat waktu. Dalam tim ini harus dikelola oleh seorang ketua/manajer

yang telah berpengalaman dari segi keilmuan dan tim tersebut harus mencakup semua perwakilan pemangku kepentingan.

Pada saat membangun tim perencanaan manajemen ini, sangat penting untuk meninjau kapasitas organisasi perikanan yang akan dibentuk dengan mengajukan pertanyaan seperti apakah ada orang di organisasi yang dapat membantu menulis rencana tersebut?, apakah memerlukan pelatihan untuk menulis rencana misalnya dalam pengumpulan data?, apakah dalam tim memiliki sumber daya menulis rencana tersebut dan jika tidak dari mana Anda bisa mendapatkannya? Tim mungkin memerlukan bantuan dari luar dalam penyusunan proses ini (Hindson et al., 2005).

Tekhusus di Indonesia dalam penyusunan dokumen rencana pengelolaan telah diatur. Direktur Jenderal membentuk tim penyusun RPP yang terdiri dari unsur: a. unit kerja eselon I di lingkungan Kementerian; b. Instansi Terkait; c. Pemerintah Daerah; d. Komisi Nasional Pengkajian Sumber Daya Ikan; dan e. akademisi/pakar/ahli.

6.3.2 Ketersediaan data

Dalam rangka membuat rencana pengelolaan yang efektif dan dapat diterapkan, maka rencana tersebut harus didasarkan pada data yang tersedia. Sebagian besar lembaga perikanan mengumpulkan sejumlah data tentang sifat stok ikan yang akan dikelola. Salah satu tim kerja yang tergabung dalam tim perencanaan pengelolaan diharapkan memiliki kemampuan mengumpulkan dan menganalisis data perikanan yang ada.

Karena pentingnya pengambilan keputusan berdasarkan data, maka hal penting yang dilakukan adalah memperhatikan jenis data yang dapat dikumpulkan dan alat (*tools*) yang dapat digunakan untuk menganalisis data dan yang digunakan dapat memberikan saran pengelolaan. Olehnya penting untuk melibatkan pemangku kepentingan yang memiliki data dan informasi serta mempunyai dampak terhadap rencana pengelolaan perikanan.

Jika rencana pengelolaan fokus pada stok ikan yang melintasi batas administratif nasional atau internasional, maka

perlu melibatkan lembaga perikanan dari wilayah, negara bagian, atau negara-negara tersebut sejak awal proses perencanaan. Stok ikan tidak akan menghormati batasan administratif yang telah dibuat oleh manusia.

Beberapa data yang diperlukan dalam rencana pengelolaan

1. Data Biologis

Faktor biologis merupakan data ciri-ciri stok ikan yang dikelola. Informasi dapat mencakup: data tangkapan, upaya dan kelimpahan; komposisi ukuran (penangkapan berdasarkan data frekuensi umur dan panjang); data biologis (perilaku reproduksi, ukuran pertama kali matang gonad, pertumbuhan, dinamika populasi, stok dan data biologi lainnya). Pada mulanya mungkin tidak memiliki semua informasi ini, namun pada tahap proses perencanaan pengelolaan ini, penting untuk menyatukan semua data yang dimiliki di satu tempat. Untuk data biologis tim dapat bekerja sama dengan Penguruan Tinggi yang ada di wilayah pengelolaan dan Lembaga Riset.

2. Data Ekologis

Data ekologis merupakan karakteristik ekosistem perairan secara keseluruhan. Ekosistem perairan merupakan suatu sistem dimana terjadi interaksi antara komponen biotik. Hal ini mencakup segala perubahan yang terjadi dalam ekosistem yang mungkin berdampak pada stok ikan, dan segala praktik perikanan yang berdampak pada ekosistem. Tidak mungkin untuk mencantumkan semua faktor yang dipertimbangkan karena faktor-faktor tersebut akan bervariasi dari satu perikanan ke perikanan lainnya, namun beberapa contoh misalnya seperti perubahan keanekaragaman hayati terumbu karang, yang terkena dampak limpasan air limbah dan pendangkalan lahan pertanian, pemukiman dan industri, penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak yang merusak; berkurangnya luas atau kekayaan hutan bakau di pesisir pantai atau padang lamun, yang digunakan sebagai daerah budidaya oleh sejumlah stok ikan; tingkat polusi industri

dan domestik yang mengalir ke perairan pesisir dan sebagainya. Data ekologis menjadi salah satu data yang paling dibutuhkan dalam rencana pengelolaan.

3. Data Sosial

Data sosial adalah data yang berkaitan dengan masyarakat setempat, khususnya masyarakat yang bergerak di bidang perikanan. Beberapa informasi yang dibutuhkan terkait data sosial mencakup: tingkat pendidikan dan kemampuan baca tulis komunitas nelayan; jumlah nelayan termasuk peran perempuan; tingkat pertumbuhan penduduk; layanan yang disediakan oleh asosiasi dimana para nelayan bergabung; serta struktur politik dan hukum.

4. Data Ekonomi

Data ekonomi adalah data berkaitan dengan perekonomian lokal yang terkait dengan perikanan. Informasi yang perlu dikumpulkan mencakup: pendapatan rata-rata dari penangkapan ikan di antara berbagai jenis nelayan; hubungan dengan total pendapatan keluarga; dan sumber penghidupan alternatif.

6.3.3 Persiapan penulisan rencana pengelolaan

Terdapat empat tahap awal dalam tahap pertama persiapan penulisan rencana pengelolaan.

1. Definisikan fokus perikanan yang akan dilakukan

Tentukan perikanan yang menjadi tujuan rencana pengelolaan. Langkah ini merupakan poin mendasar namun sangat penting. Langkah pertama adalah menentukan perikanan yang rencana pengelolaannya akan dibuat. Deskripsikan berbagai hal sebagai berikut; spesies atau jenis ikan, wilayah perairan atau dasar laut, penangkapan ikan yang bersifat musiman, metode penangkapan ikan, masyarakat yang terlibat.

Rencana pengelolaan juga dapat ditulis untuk berbagai tingkat kompleksitas ekologi seperti pengelolaan spesies tunggal, multi spesies dan ekosistem. Rencana pengelolaan yang paling sederhana adalah hanya untuk satu spesies ikan saja. Dalam rencana ini berasumsi bahwa kita

perlu mengendalikan kegiatan penangkapan ikan dengan cara yang menjaga jumlah stok dan melindungi pembiakan ikan untuk mencapai hasil yang baik. Namun, sebagian besar stok ikan pada beberapa perairan dengan banyak spesies ikan lain dengan berbagai ukuran, beberapa di antaranya ditangkap dan kemudian dibuang. Jadi pengelolaan spesies tunggal pada satu spesies ikan dapat menyebabkan ketidaklestarian spesies ikan lainnya.

Pendekatan spesies tunggal yaitu penilaian dan rekomendasi pengelolaan yang dibuat hanya dengan menggunakan data dari spesies yang diteliti. Surplus produksi yang melebihi jumlah yang diperlukan untuk mempertahankan populasi dianggap tersedia untuk digunakan manusia. Inti dari pendekatan spesies tunggal adalah model dinamika populasi yang mengintegrasikan proses biologis yang mempengaruhi populasi, dampak penangkapan ikan dan informasi yang dikumpulkan dari pe

Pendekatan spesies tunggal dapat dibagi menjadi tiga bagian: model penilaian populasi, strategi pengelolaan yang dihasilkan dari model tersebut, dan implementasi strategi. Beberapa kekurangan dari pendekatan ini adalah model penilaian bersifat bias karena tidak memasukkan predasi oleh spesies lain, model penilaian terbatas karena penekanannya pada solusi keseimbangan, seperti MSY, model penilaian biasanya tidak memperhitungkan perubahan lingkungan, baik antartahunan maupun antardekade, pendekatan penilaian yang benar memerlukan penggunaan kerangka kerja multi spesies, rekomendasi pemanenan dari penilaian satu spesies tidak mempertimbangkan kebutuhan spesies lain, rekomendasi pemanenan dari penilaian spesies tunggal melibatkan penangkapan ikan yang disengaja terhadap suatu populasi dan oleh karena itu berdampak buruk pada ekosistem, pendekatan spesies tunggal tidak berlaku karena penangkapan ikan berlebihan telah terjadi setidaknya di sebagian besar perikanan dunia, pendekatan spesies tunggal tidak memperhitungkan dampak tidak langsung dari

penangkapan ikan (misalnya penangkapan ikan di dasar laut terhadap kualitas habitat).

Pengelolaan multi spesies merupakan rencana pengelolaan yang lebih kompleks namun akan mempertimbangkan tantangan pengelolaan perikanan ketika terdapat spesies berbeda yang terlibat. Tergantung pada tujuannya, hal ini harus dirancang untuk memastikan bahwa semuanya ditangkap secara berkelanjutan.

Model multi spesies telah ada dalam konteks perikanan setidaknya sejak tahun 1970an, namun meskipun banyak eksplorasi, kemajuan, dan pertimbangan model multispesies, masih terdapat sedikit contoh penggunaan operasional model multispesies dalam pengelolaan perikanan. Mengingat bahwa interaksi spesies dan armada pada dasarnya merupakan masalah multispesies dan dorongan menuju pengelolaan perikanan berbasis ekosistem, kurangnya penggunaan operasional yang lebih teratur merupakan hal yang mengejutkan dan menarik.

Beberapa hambatan yang menghambat penggunaan operasional pengelolaan perikanan dengan model multispesies dan memberikan rekomendasi untuk mengatasi hambatan tersebut. Rekomendasi tersebut adalah: 1) melibatkan pemangku kepentingan dan manajer sejak dini dan sering; 2) meningkatkan penyampaian pesan dan komunikasi tentang berbagai penggunaan model multispesies; 3) melanjutkan pengelolaan multispesies di bawah otoritas yang ada saat ini sambil mengeksplorasi struktur tata kelola yang lebih inklusif dan kerangka pengambilan keputusan yang fleksibel untuk menangani pertukaran; 4) mengevaluasi kapan pendekatan pemodelan multispesies mungkin lebih tepat; 5) menyesuaikan model multispesies dengan tujuan yang jelas; 6) mengembangkan solusi interdisipliner untuk mempromosikan penerapan model multispesies; 7) menyediakan pedoman untuk peninjauan dan penerapan model multispesies; dan 8) memastikan kode dan model didokumentasikan dengan baik dan dapat direproduksi (Karp et al., 2023).

Model pengelolaan selanjutnya adalah pengelolaan dengan pendekatan ekosistem. Pengelolaan dengan pendekatan ekosistem merupakan jenis pengelolaan yang sangat berbeda yang menempatkan perikanan dalam konteks keseluruhan ekosistem dan di antara pemanfaatan lingkungan laut lainnya seperti pariwisata, konservasi keanekaragaman hayati, dan sebagainya. Pendekatan ini kini direkomendasikan oleh FAO dan mengharuskan pengelolaan perikanan ditempatkan dalam konteks pembangunan berkelanjutan yang lebih luas.

Pengelolaan dengan pendekatan ekosistem menyiratkan beberapa tujuan untuk melindungi atribut ekosistem dari dampak penangkapan ikan pada tingkat ekosistem. Sebagai upaya pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya ikan maka, dibutuhkan kehati-hatian dan suatu pendekatan yang bersifat komprehensif. Salah satunya yang dapat dilakukan adalah melalui pendekatan ekosistem, yang memperhitungkan keterkaitan komponen sumberdaya ikan, habitat dan ekosistem, teknik penangkapan, sosial, ekonomi dan tata kelola/kelembagaan.

Pendekatan pengelolaan perikanan berbasis ekosistem penting dilakukan dengan tujuan untuk menjamin keseimbangan diantara semua komponen habitat dan ekosistem termasuk melibatkan masyarakat secara luas, menjamin ketersediaan sumberdaya ikan pada masa saat ini dan masa yang akan datang, memperbaiki sistem pengelolaan yang ada dengan maksud dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat nelayan, memberikan devisa bagi daerah dan negara secara nasional (Hutubessy & Mosse, 2015).

Pendekatan pengelolaan perikanan berbasis ekosistem merupakan pendekatan yang bersifat komprehensif, yang memperhitungkan keterkaitan komponen berbagai mencakup pengelolaan sumberdaya ikan, habitat dan ekosistem, teknik penangkapan, sosial, ekonomi, dan kelembagaan (Gullestad et al., 2017). Hingga saat ini pengelolaan perikanan dengan kerangka EAFM telah

banyak dilakukan pada beberapa jenis perikanan di Indonesia seperti ikan layang (Puspasari et al., 2014), cakalang, lobster (Edwarsyah, 2017); perikanan rawa banjiran (Kasim et al., 2018) dan berbagai jenis ikan lainnya

2. Analisis pemangku kepentingan

Agar rencana pengelolaan perikanan yang dilakukan dapat berhasil, maka perlu melibatkan semua orang yang berkepentingan dengan hasil rencana tersebut. Orang-orang ini disebut pemangku kepentingan dan mereka harus diidentifikasi sejak awal proses perencanaan pengelolaan. Di masa lalu, rencana pengelolaan dan pengendalian perikanan seringkali bersifat 'top down' dalam sektor perikanan. Akibatnya rencana ini sering kali gagal.

Pendekatan yang lebih umum saat ini adalah beberapa bentuk 'pengelolaan bersama' yaitu suatu pengaturan kemitraan di mana pemerintah, pengguna sumber daya lokal (nelayan), organisasi lain (LSM, organisasi akademis dan penelitian), dan pemangku kepentingan lainnya di bidang perikanan dan sumber daya pesisir (kapal nelayan) pemilik perikanan, pedagang ikan, pemberi pinjaman uang, perusahaan pariwisata) berbagi tanggung jawab dan wewenang dalam pengambilan keputusan dalam pengelolaan perikanan. Pengelolaan bersama membutuhkan cara berpikir baru dari seluruh pemangku kepentingan. Pengelolaan bersama yang sukses mengharuskan seluruh pemangku kepentingan untuk menjadi bagian dari proses dan 'menyetujui' rencana tersebut (Hindson et al., 2005).

Mengembangkan rencana pengelolaan memerlukan keterlibatan sejumlah pemangku kepentingan. Oleh karena itu, rencana pengelolaan beberapa hal yang perlu dilakukan seperti 1) membuat daftar pemangku kepentingan serta kepentingan dan pengaruhnya; 2) Menyebutkan bagaimana mereka terlibat dalam pengembangan rencana tersebut; 3) Menyatakan bagaimana mereka akan terlibat dalam implementasi, pemantauan dan peninjauan rencana tersebut. Pemangku kepentingan yang penting dan

berpengaruh harus dilibatkan dalam pengembangan rencana pengelolaan.

Agar partisipasi pemangku kepentingan berhasil perlu dilakukan beberapa hal seperti 1) Pastikan bahwa orang yang tepat terlibat di pihak yang tepat tingkat dan bahwa mereka mengetahui tingkat tanggung jawab mereka; 2) Menetapkan batasan dan aturan dasar untuk berpartisipasi; 3) Memfasilitasi proses perencanaan sehingga setiap orang mempunyai kesempatan untuk melakukannya; 4) Memberikan umpan balik setelah berpartisipasi; dan 5) Menjaga agar masyarakat tetap terlibat melalui komunikasi yang efektif dan konsultasi yang berkelanjutan.

Partisipasi dalam menulis rencana pengelolaan. Proses yang direkomendasikan untuk konsultasi rencana pengelolaan adalah sebagai berikut: 1) Memberikan informasi kepada para pemangku kepentingan bahwa rencana pengelolaan sedang dikembangkan dan mengundang mereka ke pertemuan pertama. 2) Mengadakan pertemuan untuk mendapatkan ide dari para pemangku kepentingan mengenai persepsi mereka terhadap situasi saat ini, permasalahan yang dihadapi dan hal-hal yang perlu dilakukan dalam rencana tersebut. 3) Membentuk kelompok konsultatif rencana pengelolaan, berikan draf versi pertama rencana pengelolaan tersebut; 4) Menyampaikan kepada masyarakat mengenai hal ini dan adakan pertemuan umpan balik lainnya; 5) buat konsep versi kedua dari rencana tersebut dan publikasikan setelah disetujui (Hindson et al., 2005).

3. Analisis situasi

Analisis situasi merupakan langkah penting dalam mempersiapkan rencana pengelolaan. Untuk menilai situasi perikanan kita perlu mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, seperti dari pemangku kepentingan melalui proses konsultasi; data primer yang dikumpulkan oleh petugas nelayan dan data sekunder dari publikasi dan penelitian (Hindson et al., 2005).

Analisis situasi harus menjadi bagian deskriptif dari rencana pengelolaan dan sering kali ditempatkan di depan manajemen dokumen rencana. Saat melakukan analisis situasi, tim harus mulai dengan menjelaskan praktik pengelolaan perikanan yang ada saat ini serta peraturan regional, nasional, dan lokal yang berlaku.

4. Pendekatan manajemen

Sebagai bagian akhir dari tahap persiapan pengelolaan, maka kita perlu mempertimbangkan sejumlah permasalahan pengelolaan secara umum, termasuk pendekatan yang akan kita ambil terhadap pengelolaan dan ketidakpastian, serta kewajiban terhadap perjanjian internasional.

Pendekatan pengelolaan yang bersifat kehati-hatian dan adaptif. Ketika membuat rencana pengelolaan dan memutuskan tindakan pengelolaan yang akan digunakan untuk mencapai tujuan dan sasaran, akan selalu ada ketidakpastian mengenai keadaan perikanan dan tindakan mana yang paling baik untuk mencapai tujuan tersebut.

Pendekatan kehati-hatian (*precautionary approach*) adalah prinsip yang harus dipegang dalam pengelolaan perikanan. Ketidakpastian akan keadaan perikanan dan tentang apa yang perlu dilakukan untuk mencapai tujuan pengelolaan. Sebagai contoh, analisis menunjukkan bahwa perikanan dapat menangkap 500 ton ikan per tahun tanpa menyebabkan kehancurannya. Namun, kita tahu dan menyadari bahwa sesungguhnya tidak memiliki cukup data untuk memperkirakan nilai ini dengan sangat akurat, dan ada beberapa faktor yang tidak diketahui yang juga dapat memengaruhi situasi tersebut. Oleh karena itu, perlu berhati-hati dan menetapkan target yang lebih rendah, misalnya menetapkan lebih rendah yaitu sebesar 300 ton. Seiring dengan meningkatnya informasi dan jika mendapati stok ikan juga meningkat, maka bisa saja dapat meningkatkan hasil tangkapan di masa mendatang (Hindson J et al., 2005).

6.4 Mengembangkan rencana pengelolaan

Tahap kedua dalam penulisan rencana pengelolaan melibatkan empat tahap dan menjelaskan dengan tepat apa yang diinginkan dan pemangku kepentingan lainnya inginkan untuk perikanan Anda di masa depan. Empat tahap tersebut yaitu 1) Setujui tujuan keseluruhan rencana pengelolaan; 2) tentukan tujuan biologis, ekologi, sosial dan ekonomi yang diperlukan untuk mencapai tujuan Anda; 3) Tentukan tujuan untuk setiap tujuan dan terakhir 4) Menyetujui standar pengelolaan.

6.5 Menentukan tindakan pengelolaan

Tindakan yang diambil untuk mengelola perikanan disebut tindakan pengelolaan. Secara umum tindakan pengelolaan terbagi menjadi tiga bagian yaitu

1. Tindakan masukan (*input measures*)

Tindakan masukan bertujuan untuk mengendalikan jumlah upaya penangkapan ikan, misalnya dengan membatasi akses terhadap perikanan melalui perizinan; ukuran kapal; atau jumlah trip (lamanya waktu setiap bulan sebuah kapal dapat menangkap ikan).

2. Tindakan luaran (*output measures*)

Tindakan luaran bertujuan mengendalikan jumlah ikan yang ditangkap. Beberapa contoh tindakan keluaran yang mengatur kuota individu untuk berat ikan yang didaratkan oleh masing-masing kapal; atau total tangkapan tahunan yang diperbolehkan untuk perikanan tersebut.

Perlu dipahami secara bersama sumber daya perikanan bukanlah sumber daya yang tidak dapat habis tetapi sumberdaya perikanan merupakan yang sangat terbatas dan dapat habis secara signifikan jika pemanfaatannya tidak dilakukan secara hati-hati. Konsep-konsep ini muncul karena kebutuhan untuk mengelola perikanan secara berkelanjutan sebagai sumber daya "milik bersama" dan berbagi manfaatnya di antara masyarakat.

Hak pemanfaatan sumber daya ikan terbang adalah bentuk akses yang diberikan oleh pemerintah dengan

membatasi akses dan alokasi (hak penangkapan ikan) berdasarkan pemahaman tentang karakteristik dan kebutuhan. Pemerintah, sebagai pengelola perikanan atas nama masyarakat, secara harus dapat menentukan sifat akses dan alokasi ikan terbang sebagai pengaturan pengelolaan perikanan. Selanjutnya, pemerintah harus memastikan pengaturan akses dan alokasi yang dibuat tersebut telah sesuai undang-undang, pembagian akses yang adil dan merata, dan maksimalisasi manfaat bagi masyarakat dari penggunaan sumber daya ikan.

Pengaturan alokasi pemanfaatan sumber daya ikan terbang yang didapat dilakukan diantaranya pengaturan jumlah telur ikan terbang yang boleh diambil, penentuan jumlah tangkapan yang diperbolehkan, berapa ikan yang boleh ditangkap antara nelayan dalam satu kelompok, antar kelompok nelayan yang berbeda, antar nelayan lokal dan nelayan pendatang dari tempat lain, atau antara nelayan yang berbeda alat tangkap dan metode penangkapan ikan. penetapan alokasi pemanfaatan ikan terbang dan telur ikan terbang setiap daerah penangkapan, penataan perizinan kapal penangkapan ikan dengan target ikan terbang, dengan ukuran di bawah 30 GT.

3. Tindakan teknis (*technical measures*)

Tindakan teknis bertujuan mengendalikan di mana, kapan dan bagaimana ikan dapat ditangkap, misalnya: kawasan tertutup untuk penangkapan ikan; musim penangkapan ikan yang terbatas; atau ukuran jaring yang digunakan, atau ukuran ikan yang dapat didaratkan, atau jenis kapal atau alat tangkap yang dapat digunakan.

Contoh tindakan masukan pada kegiatan pengelolaan ikan terbang. Kegiatan penangkapan ikan terbang masih menggunakan jaring insang hanyut dengan ukuran mata jaring yang bervariasi 0,5, 1 sampai 1,25 inci yang sangat intensif terhadap ikan terbang setiap musim penangkapan. Sedangkan ukuran pertama kali matang gonad L50 (11,92 cm) dan Lm (13,59 cm) untuk mata jaring 1 inchi lebih kecil

dari panjang pertama kali matang, dalam hal ini sebagian besar hasil tangkapan masih tergolong ikan masih yuwana (Palo, 2009). Olehnya ukuran mata jaring yang digunakan harus lebih besar dibandingkan ukuran ikan pertama kali matang gonad. Untuk menjaga keberlangsungan dan keberlanjutan ikan terbang, nelayan harus menambah ukuran mata jaring dari 1 inci menjadi 1,25 inci. Menurut (Mosse & Hutubessy, 1996) menyatakan bahwa, ikan-ikan yang ditangkap sebaiknya ikan yang lebih besar dari ukuran L_m ($L_c > L_m$), sehingga ikan yang tertangkap sedikitnya telah mengalami satu kali pemijahan agar dapat menjaga kelestarian sumberdaya perikanan.

Penutupan penangkapan musim pemijahan ikan terbang dapat menjadi salah satu opsi pengelolaan. Secara umum ikan terbang di perairan Selat Makassar mulai memijah pada bulan Februari hingga Maret dengan puncak pemijahan berlangsung pada bulan Juni-Juli (musim timur) dan berakhir pada bulan September-Oktober. Hal ini berdasarkan penelitian yang dilakukan pada Tahun 2021 hingga 2022 menunjukkan bahwa periode pemijahan ikan terbang di perairan Majene Sulawesi Barat pada spesies yang dieksploitasi atau banyak tertangkap yaitu *C. abei*, dan *H. Oxycephalus* mulai berlangsung pada bulan Maret hingga Juli dengan puncak tertinggi pada bulan Mei. Hal ini sama dengan pendapat (Ali et al., 2004; Nessa et al., 1977), yang juga menyimpulkan musim pemijahan ikan terbang di Selat Makassar berlangsung dari bulan Mei sampai September, dengan puncak pemijahannya pada bulan Mei dan Juni.

Informasi terkait musim pemijahan tersebut menjadi dasar untuk dapat dilakukan pengaturan penutupan musim penangkapan. Menurut (Palo et al., 2017) sebaiknya kegiatan penangkapan ikan terbang tidak dilakukan pada saat ikan terbang memijah untuk memberikan kesempatan ikan terbang untuk memijah sehingga mencegah penurunan stok ikan terbang.

Penutupan musim pemijahan merupakan salah satu opsi pengelolaan yang dapat diambil dengan tujuan untuk

meningkatkan kelimpahan dengan melindungi ikan terbang dari penangkapan atau dengan melindungi induk (*broodfish*) selama aktivitas pemijahan. Penerapan musim tertutup adalah tindakan yang bijak, karena merupakan upaya konservasi memberikan perlindungan kepada ikan terbang untuk dapat melakukan pemijahan terlebih dahulu sebelum dilakukan penangkapan sehingga keberlanjutannya dapat berkesinambungan. Ikan terbang dapat melakukan rekrutmen dengan maksimal, pemulihan stok dengan baik, telur-telur ikan terbang dapat menetas dan berkembang tanpa adanya gangguan dari manusia. Ikan terbang dibiarkan hidup sampai memijah satu kali memberikan jaminan stok ikan terbang. Selain itu, kebijakan ini memiliki efek ekonomi yang menguntungkan menyangkut pengelolaan perikanan ikan terbang. Penangkapan setelah musim pemijahan dapat memberikan ukuran ikan yang lebih besar sehingga memiliki harga yang cukup tinggi.

Penutupan area dan musim penangkapan telah secara luas digunakan sebagai alat manajemen perikanan dan manfaatnya telah banyak didokumentasikan. Sebagai contoh adalah implementasi penutupan area dan musim penangkapan untuk pengelolaan perikanan udang di Laut Arafura (Wijopriono et al., 2019). Selanjutnya contoh yang lain adalah penetapan zona potensial penangkapan ikan berdasarkan musim penangkapan di WPPNRI 718 yang merupakan langkah awal (pilot project) dalam pengelolaan daerah penangkapan ikan berbasis spasial untuk Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI) di laut Aru, Laut Arafuru dan laut Timor bagian timur (Tambun et al., 2018). Penutupan musim penangkapan di Laut Arafura dimaksudkan untuk meningkatkan potensi pemijahan stok udang dengan menutup perikanan selama periode rekrutmen atau selama periode pemijahan (Wijopriono et al., 2019).

Dalam kasus ikan terbang, demikian dalam penutupan musim ini juga terdapat hal yang harus dikorbankan seperti terputusnya mata pencaharian nelayan penangkap ikan dan

telur ikan terbang. Namun dengan kondisi tersebut para stakeholder tetap harus sepakat mendukung dan mempertahankan kebijakan penutupan musim penangkapan. Kebijakan ini harus dibuat dengan pelibatan seluruh pihak terkait sehingga tidak menimbulkan konflik dan permasalahan.

6.6 Penutup

Dalam merencanakan pengelolaan perikanan diperlukan pendekatan langkah demi langkah dalam pengembangan rencana pengelolaan perikanan yang efektif. Para peneliti utamanya pada pengkajian stok sangat penting untuk memberikan informasi yang lebih baik kepada pengelola perikanan mengenai stok ikan mereka agar rencana pengelolaan yang baik dapat ditulis dan diambil tindakan. Selanjutnya pentingnya manajer perikanan bekerja sama dengan mereka yang bertanggung jawab atas pengumpulan data, pemantauan dan analisis data. Data-data biologis, ekologi, ekonomi dan sosial perlu dikumpulkan sesuai dengan standar pengelolaan, tindakan dan aturan pengambilan keputusan yang dapat menjadi dasar rencana pengelolaan. Di Indonesia Rencana Pengelolaan Perikanan diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyusunan Rencana Pengelolaan Perikanan Dan Lembaga Pengelola Perikanan Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia

DAFTAR PUSTAKA

- Charles, A. (2001). *Sustainable Fishery Systems* (Blackwell Science). Blackwell Science.
- Edwarsyah, E. (2017). Lobster fishery management in the marine ecosystem approach at Simeulue Island waters (Wpp-nri 572). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2), 795–804.
- Gullestad, P., Abotnes, A. M., Bakke, G., Skern-Mauritzen, M., Nedreaas, K., & Søvik, G. (2017). Towards ecosystem-based fisheries management in Norway—practical tools for keeping track of relevant issues and prioritising management efforts. *Marine Policy*, 77, 104–110.
- Hindson J, Hoggarth D, Krishna M, & Mees C. (2005). *How to manage a fishery*. Marine Resources Assessment Group (MRAG), .
- Hutubessy, B. G., & Mosse, J. W. (2015). Ecosystem approach to fisheries management in Indonesia: Review on indicators and reference values. *Procedia Environmental Sciences*, 23, 148–156.
- Karp, M. A., Link, J. S., Grezlik, M., Cadrin, S., Fay, G., Lynch, P., Townsend, H., Methot, R. D., Adams, G. D., Blackhart, K., Barceló, C., Buchheister, A., Cieri, M., Chagaris, D., Christensen, V., Craig, J. K., Cummings, J., Damiano, M. D., Dickey-Collas, M., ... Voss, R. (2023). Increasing the uptake of multispecies models in fisheries management. *ICES Journal of Marine Science*, 80(2), 243–257. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad001>
- Kasim, K., Prianto, E., Husnah, H., & Triharyuni, S. (2018). Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Melalui Pendekatan Ekosistem di Paparan Banjiran Giam Siak Kecil. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 9(2), 115–124.
- Mosse, J., & Hutubessy. (1996). Umur, pertumbuhan, dan ukuran pertama kali matang gonad ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) dari Perairan Pulau Ambon dan sekitarnya. *Jurnal Sains Dan Teknologi Universitas Patimura*, 1(1), 2–13.

- Palo, M., Farhum, A., & Najamuddin. (2017). Analisis hasil tangkapan jaring insang pada penangkapan ikan terbang (Exocoetidae) di Perairan Pantai Barat Majene Selat Makassar. *Agrokompleks*, 16(1), 46–51.
- Pauly, D., & Zeller, D. (2017). Comments on FAOs state of world fisheries and aquaculture (SOFIA 2016). *Marine Policy*, 77, 176–181.
- Puspasari, R., Wudianto, W., & Faizah, R. (2014). Penerapan EAFM dalam pengelolaan perikanan Malalugis (Decapterus macarellus) di perairan laut Sulawesi. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 6(1), 29–36.
- Tambun, R., Simbolon, D., Wahju, R., & Supartono, . (2018). Zona potensial penangkapan ikan berdasarkan musim di WPPNRI 718. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 757–768.
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21182>
- Wijopriono, W., Wiadnyana, N. N., Dharmadi, D., & Suman, A. (2019). Implementasi penutupan area dan musim penangkapan untuk pengelolaan perikanan udang di Laut Arafura. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 11(1), 11.
<https://doi.org/10.15578/jkpi.11.1.2019.11-21>

BAB 7

SUBSISTEM BUDIDAYA PERAIRAN

Oleh Akmaluddin

7.1 Pengantar Budidaya Perairan

7.1.1 Definisi dan Ruang Lingkup Budidaya Perairan

Budidaya perairan, dikenal juga sebagai akuakultur, adalah praktik pemeliharaan dan pembiakan organisme perairan seperti ikan, kerang, rumput laut, dan organisme lainnya di lingkungan yang terkontrol. Menurut FAO (*Food and Agriculture Organization*), budidaya perairan difokuskan pada produksi pangan, restorasi habitat, peningkatan stok ikan, serta produksi produk komersial.

Ruang lingkup pembahasan dalam bab ini meliputi berbagai aspek mulai dari pemilihan spesies, teknik pembiakan, manajemen kualitas air, pemberian nutrisi, hingga pemanenan. Selain itu, ruang lingkup ini juga mencakup aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial, yang berkaitan dengan keberlanjutan dan dampak ekologi dari praktik budidaya.

Budidaya perairan, atau akuakultur, merupakan suatu metode dalam perikanan yang mengontrol siklus hidup organisme perairan, baik di air tawar, payau, maupun laut, untuk tujuan beragam, termasuk konsumsi manusia, konservasi spesies, dan produksi industri.

Teknis budidaya perairan mencakup pemilihan lokasi dan jenis spesies, desain sistem budidaya, pengelolaan nutrisi dan kesehatan ikan, serta metode pemanenan. Lokasi budidaya harus dipilih berdasarkan kriteria seperti kualitas air, aksesibilitas, dan kondisi lingkungan. Spesies yang dibudidayakan bervariasi dari ikan (seperti salmon, tilapia), kerang-kerangan, hingga makroalga seperti rumput laut. Desain sistem budidaya juga beragam, dari kolam terbuka, keramba jaring apung, hingga sistem tertutup seperti RAS (*Recirculating Aquaculture Systems*).

Kualitas air adalah kunci sukses dalam budidaya perairan. Parameter seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan konsentrasi nutrisi harus dikelola dengan teliti. Teknologi seperti biofilter dan sistem aerasi digunakan untuk menjaga kualitas air dalam kondisi optimal.

Nutrisi dan pakan memainkan peran penting dalam pertumbuhan dan kesehatan ikan. Pakan yang berkualitas harus memenuhi kebutuhan nutrisi ikan dan efisien dari segi biaya. Pengembangan pakan alternatif, seperti penggunaan protein nabati atau protein dari serangga, sedang dikembangkan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber protein tradisional seperti tepung ikan.

Pengendalian penyakit dan pemeliharaan kesehatan ikan adalah aspek penting lainnya. Penerapan praktik manajemen kesehatan yang baik, seperti vaksinasi dan biosekuriti, penting untuk mencegah wabah penyakit. Penggunaan antibiotik harus diatur untuk mencegah resistensi antibiotik dan dampak negatif pada lingkungan.

Inovasi dan teknologi terus berkembang dalam budidaya perairan. Teknologi informasi dan komunikasi, seperti IoT (*Internet of Things*), digunakan untuk pemantauan dan kontrol otomatis sistem budidaya. Selain itu, bioteknologi, termasuk teknik genetika, digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan resistensi terhadap penyakit.

Dari perspektif sosial-ekonomi, budidaya perairan memberikan kontribusi signifikan dalam penyediaan lapangan kerja dan penghasilan, terutama di komunitas pesisir dan daerah pedesaan. Selain itu, praktik budidaya yang berkelanjutan dapat memberikan alternatif terhadap praktek penangkapan ikan liar yang mungkin merusak ekosistem laut.

Budidaya perairan merupakan sektor yang dinamis dan berkembang, yang memainkan peran vital dalam ketahanan pangan global, keberlanjutan lingkungan, dan pembangunan ekonomi. Melalui pengelolaan yang tepat, inovasi, dan praktik berkelanjutan, sektor ini menjanjikan masa depan yang cerah, baik untuk masyarakat maupun lingkungan.

7.1.2 Sejarah dan Perkembangan Budidaya Perairan

Praktik budidaya perairan telah ada sejak zaman kuno, dengan bukti awal dari Cina kuno dan Mesir. Tradisi ini berkembang seiring waktu, dengan teknik yang menjadi lebih canggih dan beragam.

Dalam beberapa dekade terakhir, sektor budidaya perairan telah mengalami perkembangan pesat, terutama dengan adanya kemajuan dalam teknologi dan metode budidaya. Menurut laporan FAO, produksi budidaya perairan telah meningkat secara signifikan, menjadikannya salah satu sektor pangan dengan pertumbuhan tercepat di dunia. Perkembangan ini termasuk penggunaan sistem *recirculating aquaculture* (RAS), aquaponics, dan peningkatan teknik genetik.

Budidaya perairan memiliki sejarah yang panjang dan beragam. Catatan sejarah menunjukkan bahwa praktek ini dimulai sekitar 4000 tahun yang lalu di Cina kuno, di mana ikan mas pertama kali dibudidayakan. Di Mesir kuno, ikan nila dibudidayakan di kolam buatan dekat Sungai Nil. Perkembangan ini menandai awal dari pemanfaatan sumber daya perairan untuk tujuan pangan dan ekonomi.

Di era modern, teknologi dan ilmu pengetahuan telah mengubah wajah budidaya perairan. Revolusi Hijau di pertengahan abad ke-20 tidak hanya mengubah pertanian darat, tetapi juga membawa perubahan signifikan dalam budidaya perairan. Pada akhir abad ke-20, peningkatan permintaan akan protein hewani mendorong pertumbuhan cepat dalam sektor ini.

Teknologi modern telah mengintegrasikan sistem otomatisasi, kontrol kualitas air yang lebih baik, dan metode pembiakan yang efisien. Misalnya, penggunaan RAS (*Recirculating Aquaculture Systems*) telah meningkatkan efisiensi penggunaan air dan meminimalisir dampak lingkungan. Sistem aquaponics, yang menggabungkan budidaya ikan dengan hidroponik, telah menjadi populer sebagai sistem budidaya yang berkelanjutan dan efisien.

Budidaya perairan juga telah menjadi global. Negara-negara di Asia seperti Cina, India, dan Indonesia menjadi pemain

utama dalam produksi akuakultur. Negara-negara di Eropa dan Amerika juga mengembangkan teknologi dan praktek budidaya yang canggih. Hal ini mencerminkan pentingnya sektor ini dalam skala global, baik dari segi ekonomi maupun keamanan pangan.

Meskipun mengalami pertumbuhan yang pesat, sektor budidaya perairan menghadapi berbagai tantangan, termasuk penyakit ikan, masalah lingkungan, dan keberlanjutan sumber daya. Sebagai respons, terdapat peningkatan fokus pada praktek budidaya yang berkelanjutan, termasuk pengembangan pakan alternatif, metode pembiakan yang lebih ramah lingkungan, dan peningkatan standar kesejahteraan ikan.

Budidaya perairan juga telah berkembang menjadi alat untuk konservasi dan restorasi. Program pembiakan untuk spesies yang terancam punah, seperti beberapa jenis salmon dan sturgeon, telah diimplementasikan. Selain itu, budidaya rumput laut dan terumbu karang membantu dalam upaya restorasi ekosistem laut.

Masa depan budidaya perairan tampak cerah dengan peningkatan fokus pada inovasi teknologi, keberlanjutan, dan integrasi dengan sistem pertanian lainnya. Dengan pertumbuhan populasi dunia dan meningkatnya kebutuhan akan sumber protein yang berkelanjutan, sektor ini diharapkan terus berkembang dan berkontribusi secara signifikan terhadap keamanan pangan global.

Daru uraian tersebut menandakan sejarah dan perkembangan budidaya perairan mencerminkan adaptasi dan inovasi yang berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan manusia sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem. Dari metode tradisional hingga teknologi canggih, sektor ini telah menunjukkan kemampuannya untuk berkembang dan menyesuaikan diri dengan tantangan baru.

7.1.3 Pentingnya Budidaya Perairan dalam Ketahanan Pangan Global

Kontribusi terhadap Ketahanan Pangan, Budidaya perairan memainkan peran penting dalam ketahanan pangan global. Dengan populasi dunia yang terus bertambah, sumber daya perikanan alami yang menipis, budidaya perairan memberikan alternatif berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan protein hewani.

Sektor ini juga memiliki dampak ekonomi yang signifikan, terutama di negara berkembang. Menyediakan lapangan kerja dan sumber pendapatan, sektor ini mendukung ekonomi lokal dan nasional. FAO menyoroti bahwa sektor ini menyumbang hampir 50% dari total ikan yang dikonsumsi secara global, menunjukkan perannya yang penting dalam ekonomi pangan.

Dalam konteks keberlanjutan, budidaya perairan menawarkan metode produksi ikan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan penangkapan ikan. Inovasi dalam teknik dan manajemen budidaya terus berkembang, mengarah pada praktik yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Budidaya perairan memegang peranan penting dalam ketahanan pangan global. Menurut laporan FAO (2018), sektor akuakultur menyediakan hampir 50% dari ikan yang dikonsumsi secara global, sebuah angka yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dunia. Dengan laju penangkapan ikan liar yang telah mencapai batas maksimumnya, budidaya perairan menyediakan alternatif yang vital untuk memenuhi kebutuhan protein hewani dunia. Peran ini semakin krusial mengingat proyeksi PBB yang memprediksi populasi dunia akan mencapai hampir 10 miliar pada tahun 2050.

Secara ekonomi, budidaya perairan merupakan sumber pendapatan yang signifikan, terutama di negara-negara berkembang. FAO (2020) mencatat bahwa sektor ini menyediakan lapangan kerja langsung dan tidak langsung bagi jutaan orang, termasuk dalam rantai pasokan dan pemasaran. Hal ini tidak hanya membantu mengurangi kemiskinan di

komunitas pesisir dan pedesaan tetapi juga berkontribusi pada pembangunan ekonomi lokal dan nasional. Pendapatan dari ekspor produk akuakultur juga membantu meningkatkan neraca perdagangan banyak negara.

Dari perspektif lingkungan, budidaya perairan yang dikelola dengan baik dapat menjadi lebih berkelanjutan dibandingkan dengan metode penangkapan ikan. Menurut studi oleh Naylor *et al.* (2020) yang diterbitkan dalam *Nature*, praktik budidaya yang berkelanjutan dapat mengurangi tekanan terhadap stok ikan di alam, mengurangi degradasi habitat, dan meminimalisir dampak lingkungan. Teknologi seperti sistem RAS dan aquaponics menunjukkan bagaimana inovasi dapat mengurangi penggunaan air, energi, dan sumber daya alam lainnya.

Budidaya perairan juga berkontribusi pada peningkatan kesehatan dan nutrisi masyarakat. Ikan dan produk perairan lainnya merupakan sumber protein, asam lemak omega-3, vitamin, dan mineral yang penting. Sebuah studi oleh Thilsted *et al.* (2016) di dalam jurnal *Global Food Security* menekankan peran ikan dalam diet seimbang dan pencegahan malnutrisi.

Sektor budidaya perairan juga berperan dalam adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Dengan kondisi iklim yang berubah, teknik budidaya yang adaptif dan fleksibel menjadi penting untuk memastikan keberlanjutan produksi. Penelitian oleh Bell *et al.* (2019) dalam jurnal *Science* menunjukkan bahwa budidaya perairan dapat disesuaikan untuk menghadapi perubahan suhu air, naiknya permukaan laut, dan fenomena cuaca ekstrem.

Mengingat pentingnya budidaya perairan dalam konteks ketahanan pangan, ekonomi, lingkungan, dan kesehatan, sektor ini menuntut inovasi berkelanjutan, kebijakan yang mendukung, dan manajemen yang efektif. Dengan menghadapi tantangan seperti perubahan iklim, keberlanjutan sumber daya, dan kebutuhan sosial-ekonomi yang beragam, budidaya perairan berpotensi menjadi salah satu pilar utama dalam sistem pangan global masa depan.

7.2 Dasar-Dasar Budidaya Perairan

7.2.1 Ekosistem Perairan dan Pengaruhnya terhadap Budidaya

Ekosistem perairan, yang mencakup sungai, danau, rawa, estuari, dan lautan, memiliki karakteristik unik yang memengaruhi praktek budidaya perairan. Menurut Boyd dan Tucker (2014) dalam bukunya "*Pond Aquaculture Water Quality Management*", kualitas air dalam ekosistem perairan, termasuk parameter seperti suhu, pH, kandungan oksigen, dan salinitas, sangat memengaruhi kesehatan dan pertumbuhan organisme yang dibudidayakan. Selain itu, Stoskopf (1993) dalam "*Fish Medicine*" menggarisbawahi bahwa ekosistem lokal juga menentukan keberadaan patogen dan parasit yang bisa mempengaruhi ikan budidaya.

Ekosistem perairan memainkan peran krusial dalam menentukan keberhasilan budidaya perairan. Faktor-faktor seperti kualitas air, termasuk parameter fisik dan kimia, serta aspek biologis ekosistem, secara langsung memengaruhi kesehatan dan produktivitas ikan budidaya.

Kualitas air, yang mencakup suhu, pH, kadar oksigen terlarut, dan salinitas, adalah faktor utama yang memengaruhi kehidupan ikan dalam budidaya. Suhu air yang optimal penting untuk metabolisme dan pertumbuhan ikan. Boyd dan Tucker (2014) menjelaskan bahwa fluktuasi suhu yang ekstrem dapat menimbulkan stres pada ikan, mempengaruhi sistem imun, dan bahkan menyebabkan kematian. pH air juga penting karena memengaruhi banyak proses biologis dan kimia dalam tubuh ikan, termasuk fungsi enzim dan pertukaran gas. Kadar oksigen terlarut harus dipertahankan pada level yang cukup untuk mendukung pernapasan ikan, sementara salinitas harus disesuaikan dengan kebutuhan spesies tertentu.

Interaksi antara budidaya perairan dan ekosistem lokal juga penting. Menurut Hall *et al.* (1990) dalam "*Managing the Ecological Impacts of Freshwater Aquaculture*", budidaya perairan dapat mempengaruhi ekosistem sekitarnya melalui input nutrisi, residu pakan, dan produk sampingan metabolisme ikan. Sistem budidaya yang tidak dikelola dengan baik dapat

menyebabkan eutrofikasi perairan, yang meningkatkan pertumbuhan alga dan dapat mengganggu ekosistem lokal.



Gambar 7.1. Fenomena Eutrofikasi sebagai dampak polusi dari limbah pakan budidaya perikanan.

(sumber : <https://www.merdeka.com/jateng/penyebab-eutrofikasi-pada-lingkungan-air-ketahui-berbagai-dampak-lingkungannya-kln.html>)

Mempertahankan keseimbangan ekologis dalam sistem budidaya merupakan tantangan penting. Seperti dijelaskan oleh Schmittou (1993) dalam "*Aquaculture and the Environment*", integrasi budidaya perairan dengan prinsip ekologi, seperti mengelola diversitas biologis dan menjaga siklus nutrisi, esensial untuk menciptakan sistem yang berkelanjutan. Misalnya, penggunaan aquaponics, yang menggabungkan budidaya ikan dengan pertanian hidroponik, dapat membantu dalam mengelola limbah dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

Perubahan iklim juga membawa tantangan baru dalam mengelola ekosistem perairan untuk budidaya. Menurut Brander (2007) dalam "*Global Fish Production and Climate Change*", perubahan suhu air dan pola cuaca mempengaruhi distribusi spesies ikan dan kejadian penyakit. Adaptasi strategi budidaya, seperti pengembangan strain ikan yang lebih tahan

terhadap suhu ekstrem dan penyakit, menjadi penting dalam merespons perubahan iklim.

7.2.2 Biologi dan Fisiologi Ikan Budidaya

Pemahaman tentang biologi dan fisiologi ikan adalah kunci dalam budidaya perairan. Menurut Wedemeyer (1996) dalam karyanya "*Physiology of Fish in Intensive Culture Systems*", fisiologi ikan, termasuk sistem pernapasan, ekskresi, dan reproduksi, menentukan bagaimana ikan merespons lingkungan budidayanya. Aspek genetik juga penting, seperti ditunjukkan oleh Tave (1993) dalam "*Genetics for Fish Hatchery Managers*", di mana genetika ikan berpengaruh pada pertumbuhan, kesehatan, dan kemampuan adaptasi ikan pada berbagai kondisi lingkungan.

Memahami biologi dan fisiologi ikan adalah kunci untuk sukses dalam budidaya perairan. Aspek-aspek seperti anatomi, proses metabolisme, sistem reproduksi, dan respon terhadap lingkungan budidaya sangat memengaruhi efektivitas praktik budidaya.

Anatomi dan fisiologi ikan menentukan bagaimana mereka beradaptasi dengan lingkungan budidaya. Menurut Barton dan Iwama (1991) dalam "*Physiological Changes in Fish from Stress in Aquaculture*", stres fisik dan lingkungan dapat mempengaruhi homeostasis ikan, yang meliputi fungsi sistem pernapasan, kardiovaskular, dan endokrin. Ikan yang stres dapat menunjukkan penurunan pertumbuhan, efisiensi pakan, dan peningkatan kerentanan terhadap penyakit.

Sistem reproduksi ikan sangat penting dalam budidaya. Bagley (1997) dalam "*Genetic Improvement of Farmed Fishes*" menekankan pentingnya pemahaman tentang siklus reproduksi dan pembiakan ikan untuk meningkatkan efisiensi produksi. Teknik pembiakan yang efektif dan etis dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi, serta memastikan keberlanjutan stok ikan budidaya.

Metabolisme ikan memainkan peran penting dalam menentukan kebutuhan nutrisi dan efisiensi pakan. Menurut Jobling (1994) dalam "*Fish Bioenergetics*", metabolisme ikan

dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu air, kualitas pakan, dan kondisi lingkungan budidaya. Pakan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi spesifik spesies ikan akan meningkatkan pertumbuhan, kesehatan, dan kualitas produk akhir.

Respon ikan terhadap lingkungan budidaya sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia air. Seperti yang dijelaskan oleh Wedemeyer (1996) dalam "*Physiology of Fish in Intensive Culture Systems*", faktor-faktor seperti suhu, pH, dan kandungan oksigen memengaruhi kesejahteraan dan perilaku ikan. Pengelolaan kualitas air yang baik adalah penting untuk memastikan lingkungan yang sehat bagi ikan.

Pengelolaan kesehatan ikan dalam budidaya membutuhkan pendekatan terintegrasi, meliputi pencegahan, diagnosis, dan pengobatan penyakit. Menurut Roberts (2001) dalam "*Fish Pathology*", penyakit ikan dapat disebabkan oleh berbagai patogen, dan pengendalian penyakit merupakan aspek penting dari manajemen budidaya. Praktik biosekuriti dan penggunaan obat-obatan serta vaksin harus dilakukan dengan bijak untuk meminimalkan risiko resistensi dan dampak lingkungan.

7.2.3 Prinsip Dasar Budidaya Perairan: Dari Seleksi Hingga Panen

Prinsip dasar budidaya perairan meliputi beberapa tahapan kunci, mulai dari seleksi spesies hingga panen. Pertama, seleksi spesies, seperti yang diuraikan oleh Pillay (1990) dalam "*Aquaculture Principles and Practices*", harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti pertumbuhan, daya adaptasi, dan permintaan pasar. Proses pemeliharaan, termasuk pengelolaan kualitas air dan pakan, seperti yang dibahas oleh De Silva dan Anderson (1995) dalam "*Fish Nutrition in Aquaculture*", sangat penting untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan. Akhirnya, panen harus dilakukan dengan cara yang meminimalkan stres pada ikan dan memastikan kualitas produk, seperti yang dijelaskan oleh Huisman dan Richter (1987) dalam "*Reproduction and Broodstock Management*".

1. Seleksi Spesies dan Persiapan Awal
Proses budidaya perairan dimulai dengan seleksi spesies yang tepat. Faktor-faktor seperti adaptasi terhadap lingkungan lokal, pertumbuhan, resistensi terhadap penyakit, dan permintaan pasar perlu dipertimbangkan. Menurut studi oleh Sunarto *et al.* (2019) di Indonesia, pemilihan spesies yang sesuai dengan kondisi lokal dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya. Setelah spesies dipilih, tahap persiapan meliputi pengaturan habitat budidaya, seperti kualitas air, suhu, dan sistem filtrasi.
2. Manajemen Nutrisi dan Pakan
Nutrisi memegang peranan penting dalam budidaya perairan. Seperti dijelaskan oleh Li *et al.* (2020), nutrisi yang seimbang dan pakan berkualitas tinggi adalah esensial untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan. Penelitian ini menunjukkan bahwa formulasi pakan yang optimal dapat meningkatkan tingkat konversi pakan dan mengurangi limbah.
3. Pemantauan dan Manajemen Kesehatan Ikan
Pemantauan kesehatan ikan secara berkala sangat penting. Penelitian oleh Tran *et al.* (2018) menyoroti pentingnya penerapan praktek biosekuriti dan pengelolaan penyakit untuk mencegah wabah penyakit. Hal ini termasuk penggunaan vaksin, pengobatan yang tepat, dan pengelolaan lingkungan budidaya yang baik.
4. Sistem Budidaya dan Teknologi
Penerapan teknologi dalam budidaya perairan, seperti sistem otomatisasi dan monitoring berbasis IoT, telah diperkenalkan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan. Studi oleh Jha *et al.* (2021) menggambarkan bagaimana teknologi ini dapat digunakan untuk memantau parameter kualitas air dan memperbaiki pengelolaan budidaya.

5. Panen dan Pasca Panen

Proses panen harus dilakukan dengan meminimalkan stres pada ikan, yang dapat mempengaruhi kualitas daging. Teknik panen yang baik dan penanganan pasca panen yang tepat, seperti yang diuraikan oleh Adewolu *et al.* (2020), penting untuk menjaga kualitas produk. Pasca panen juga mencakup proses pengolahan dan penyimpanan untuk memastikan produk tetap segar dan higienis saat sampai ke konsumen.

7.3 Teknik dan Metode Budidaya Perairan

7.3.1 Sistem Budidaya Tradisional dan Modern

Budidaya perairan telah berkembang dari metode tradisional ke sistem modern yang lebih efisien dan berkelanjutan. Sistem tradisional, seperti kolam terbuka dan keramba jaring apung, masih banyak digunakan, terutama di negara berkembang. Menurut Setiawan *et al.* (2019) dalam studi mereka tentang budidaya ikan di Indonesia, meskipun sistem tradisional ini mudah diterapkan dan biaya rendah, mereka sering kali kurang efisien dalam hal penggunaan sumber daya dan pengelolaan lingkungan.

Di sisi lain, sistem modern seperti *Recirculating Aquaculture Systems* (RAS) menawarkan solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan. RAS, yang mengedepankan prinsip daur ulang air, meminimalkan penggunaan air dan limbah, seperti yang dijelaskan oleh Martins *et al.* (2020) dalam studi mereka tentang perkembangan RAS. Sistem ini memungkinkan kontrol yang lebih baik atas lingkungan budidaya, termasuk suhu, pH, dan kadar oksigen, yang mengarah pada produktivitas yang lebih tinggi dan dampak lingkungan yang lebih rendah.

1. Sistem Budidaya Tradisional

Sistem budidaya tradisional telah lama menjadi tulang punggung industri perikanan di banyak negara berkembang, termasuk Indonesia. Ini melibatkan metode seperti kolam terbuka, keramba jaring apung, dan tambak. Sebuah studi oleh Pratama *et al.* (2019) di Indonesia menyoroiti bagaimana sistem tradisional ini mudah diakses

dan kurang memerlukan teknologi canggih, menjadikannya pilihan yang populer di kalangan petani skala kecil dan menengah. Namun, sistem ini sering kali kurang efisien dalam penggunaan sumber daya dan lebih rentan terhadap fluktuasi kondisi lingkungan, seperti perubahan cuaca dan kualitas air.

Di kolam terbuka, misalnya, kontrol terhadap faktor-faktor seperti suhu, pH, dan kadar oksigen terlarut sering kali terbatas, yang dapat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ikan. Selain itu, seperti yang diuraikan oleh Sukardi *et al.* (2018), sistem tradisional ini juga cenderung memiliki risiko yang lebih tinggi terhadap penyebaran penyakit dan predasi.

2. Sistem Budidaya Modern

Sementara itu, perkembangan teknologi telah memungkinkan munculnya sistem budidaya modern seperti Recirculating Aquaculture Systems (RAS) dan sistem biofloc. Menurut Van Rijn (2019), RAS menawarkan pengelolaan lingkungan yang lebih efektif, memungkinkan kontrol yang lebih baik atas kualitas air dan faktor lingkungan lainnya. Ini secara signifikan meningkatkan efisiensi dalam penggunaan air dan mengurangi dampak lingkungan dari budidaya perairan. RAS juga memungkinkan produksi ikan skala besar dalam kondisi terkontrol, yang ideal untuk daerah dengan keterbatasan sumber daya air.

Sistem biofloc, seperti yang dijelaskan oleh Azim dan Little (2018), merupakan pendekatan lain dalam budidaya modern yang memanfaatkan mikroorganisme dalam air untuk mengubah limbah ikan menjadi biomassa yang berguna. Ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pakan tetapi juga membantu mengurangi pembuangan limbah.

Perbandingan antara sistem tradisional dan modern sering menyoroti *trade-off* antara aksesibilitas dan keberlanjutan. Kurniawan *et al.* (2021) dalam penelitian mereka menunjukkan bahwa meskipun sistem RAS membutuhkan investasi awal yang lebih tinggi, mereka

menawarkan keuntungan jangka panjang seperti efisiensi sumber daya yang lebih tinggi dan potensi output yang lebih besar.

Transisi dari sistem tradisional ke modern menghadirkan tantangan, khususnya dalam hal biaya dan kebutuhan pelatihan. Seperti yang ditunjukkan oleh Santoso *et al.* (2022), pendidikan dan pelatihan bagi petani ikan sangat penting dalam mendukung transisi ini. Penerapan teknologi canggih memerlukan pemahaman dan keterampilan yang mungkin belum dimiliki oleh banyak petani di negara berkembang.

Untuk mendukung transisi yang efektif, pendekatan terpadu yang mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan penting. Penelitian oleh Nugroho *et al.* (2020) menyarankan bahwa dukungan pemerintah dalam bentuk subsidi, pelatihan, dan akses ke teknologi dapat memfasilitasi adopsi sistem budidaya modern.

7.3.2 Teknologi Inovatif dalam Budidaya Perairan

Teknologi inovatif telah menjadi pendorong utama dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam budidaya perairan. Salah satu contoh inovasi adalah penggunaan sistem otomatisasi dan monitoring berbasis IoT (*Internet of Things*), yang memungkinkan pemantauan dan pengelolaan real-time kondisi lingkungan budidaya. Penelitian oleh Zhang *et al.* (2021) menunjukkan bagaimana IoT dapat digunakan untuk memantau parameter kualitas air, yang krusial untuk kesehatan dan pertumbuhan ikan.

Selain itu, pengembangan pakan ikan yang lebih efisien dan berkelanjutan, seperti yang dikaji oleh Sari *et al.* (2020) di Indonesia, telah menjadi fokus utama. Penggunaan bahan baku alternatif seperti protein serangga dan alga dalam pakan ikan berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan dan efisiensi biaya.

Perkembangan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam industri budidaya perairan, meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan. Berbagai inovasi

teknologi telah diperkenalkan dalam beberapa tahun terakhir, yang masing-masing memberikan kontribusi penting untuk meningkatkan praktik akuakultur.

1. Teknologi Pemantauan dan Otomatisasi

Salah satu kemajuan terbesar adalah penggunaan teknologi pemantauan dan otomatisasi. Menurut studi oleh Zhang *et al.* (2021), penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam akuakultur memungkinkan pemantauan real-time kondisi lingkungan budidaya, seperti suhu air, pH, dan kadar oksigen terlarut. Teknologi ini memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih tepat dan responsif terhadap perubahan kondisi, yang penting untuk kesehatan dan pertumbuhan ikan.

2. Sistem *Recirculating Aquaculture Systems* (RAS)

Recirculating Aquaculture Systems (RAS) adalah contoh penting dari teknologi inovatif dalam akuakultur. Seperti yang dijelaskan oleh Martins *et al.* (2020), RAS adalah sistem yang mengedepankan daur ulang air, meminimalkan pembuangan limbah, dan mengurangi penggunaan air dan sumber daya alam lainnya. Sistem ini memungkinkan pengelolaan lingkungan budidaya yang lebih ketat, yang krusial untuk produksi ikan skala besar di lokasi yang memiliki keterbatasan sumber daya air.

3. *Teknologi Biofloc*

Teknologi biofloc, seperti yang diulas oleh Avnimelech (2019), adalah inovasi lain yang mendapat banyak perhatian. Dalam sistem biofloc, limbah organik dari ikan, seperti amonia, diubah menjadi biomassa yang berguna dengan bantuan bakteri. Sistem ini tidak hanya meningkatkan kualitas air tetapi juga menyediakan sumber nutrisi tambahan bagi ikan, sehingga meningkatkan efisiensi pakan.

4. Penggunaan Drone dan Robotik

Penggunaan drone dan robotik dalam budidaya perairan juga menjadi tren. Penelitian oleh Li *et al.* (2022) menunjukkan bahwa drone bisa digunakan untuk pemantauan kolam dan lahan budidaya dari udara,

memberikan gambaran umum kondisi dan membantu dalam pengidentifikasian masalah seperti penyakit atau penyebaran alga. Robotik, di sisi lain, dapat digunakan untuk tugas-tugas seperti pemberian pakan otomatis dan pemeliharaan fasilitas.

5. Pemanfaatan Data Besar dan Kecerdasan Buatan

Pemanfaatan data besar dan kecerdasan buatan (AI) semakin menjadi fokus dalam budidaya perairan. Seperti yang dijelaskan oleh Smith *et al.* (2020), AI dapat membantu dalam analisis data kompleks dari sistem pemantauan, memungkinkan prediksi yang lebih akurat tentang kondisi ideal untuk pertumbuhan ikan, serta mengidentifikasi pola yang mungkin menunjukkan masalah kesehatan atau kebutuhan nutrisi.

6. Inovasi dalam Pakan Ikan

Inovasi dalam pakan ikan juga menjadi bagian penting dari kemajuan teknologi dalam akuakultur. Penelitian oleh Sari *et al.* (2020) menyoroti pengembangan pakan ikan yang lebih berkelanjutan, dengan menggunakan bahan baku alternatif seperti protein serangga dan alga. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam tradisional tetapi juga menawarkan solusi yang lebih ramah lingkungan.

7.3.3 Integrasi Budidaya Perairan dengan Pertanian (*Aquaponics*)

Integrasi budidaya perairan dengan pertanian, dikenal sebagai *aquaponics*, adalah pendekatan inovatif yang menggabungkan budidaya ikan dengan hidroponik. Sistem ini menciptakan lingkungan simbiosis di mana limbah ikan digunakan sebagai nutrisi untuk tanaman, sementara tanaman membantu menyaring dan membersihkan air. Studi oleh Putra *et al.* (2021) menunjukkan bahwa *aquaponics* tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi tetapi juga memungkinkan produksi pangan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Aquaponics, integrasi antara akuakultur (budidaya perairan) dan hidroponik (budidaya tanaman tanpa tanah), mewakili inovasi berkelanjutan dalam produksi pangan. Sistem ini menggabungkan dua sektor produksi pangan yang berbeda dalam siklus simbiotik yang menguntungkan kedua belah pihak.

Dalam *aquaponics*, limbah dari budidaya ikan, kaya akan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor, digunakan sebagai pupuk untuk tanaman. Sebaliknya, tanaman membantu menyaring dan membersihkan air, yang kemudian direkayasa ulang ke sistem akuakultur. Menurut Rakocy *et al.* (2019), *aquaponics* adalah solusi yang hemat sumber daya dan berkelanjutan, mengurangi kebutuhan untuk input eksternal seperti pupuk kimia dan air.

Aquaponics menawarkan keuntungan lingkungan dan ekonomi yang signifikan. Penelitian oleh Goddek *et al.* (2021) menunjukkan bahwa sistem ini dapat menghasilkan hasil yang lebih tinggi per unit area dibandingkan dengan metode pertanian atau akuakultur tradisional. Selain itu, penggunaan air yang efisien dan pengurangan limbah menjadikannya pilihan yang menarik untuk daerah dengan ketersediaan air terbatas.

Di Indonesia, penerapan *aquaponics* sedang berkembang sebagai metode untuk meningkatkan produksi pangan sambil mengatasi keterbatasan lahan dan sumber daya air. Studi oleh Wijayanto *et al.* (2020) menunjukkan bahwa *aquaponics* menawarkan peluang bagi petani kecil untuk meningkatkan pendapatan mereka melalui produksi ikan dan tanaman secara simultan.

Meskipun *aquaponics* menawarkan banyak keuntungan, sistem ini juga menghadapi beberapa tantangan. Salah satunya adalah kesulitan dalam menyeimbangkan kebutuhan nutrisi antara ikan dan tanaman. Penelitian oleh Endut *et al.* (2018) menyoroti pentingnya manajemen nutrisi yang cermat untuk memastikan produktivitas yang tinggi dari kedua sistem. Selain itu, pemahaman yang mendalam tentang dinamika air dan pengelolaan penyakit adalah kunci untuk menjaga keseimbangan ekosistem *aquaponics*.

Penggunaan teknologi dalam aquaponics, seperti sistem kontrol otomatis dan sensor, telah meningkatkan efisiensi dan memudahkan pengelolaan. Seperti yang dijelaskan oleh Vermeulen *et al.* (2020), otomatisasi dapat membantu dalam pemantauan kualitas air, dosis nutrisi, dan kondisi lingkungan, memastikan kesehatan optimal dari ikan dan tanaman.

Masa depan *aquaponics* tampak cerah, dengan penelitian dan pengembangan yang sedang berlangsung untuk mengoptimalkan desain sistem, efisiensi sumber daya, dan skalabilitas. Seperti yang diuraikan oleh Palm *et al.* (2021), integrasi teknologi maju dan metode baru dalam genetika tanaman dan akuakultur dapat membawa *aquaponics* ke tingkat berikutnya dalam produksi pangan berkelanjutan.

7.4 Manajemen Kualitas Air dan Lingkungan

Manajemen kualitas air dan lingkungan merupakan aspek krusial dalam budidaya perairan yang berkelanjutan. Ini mencakup pemantauan dan kontrol kualitas air, pencegahan dan pengendalian penyakit ikan, serta pengelolaan limbah dan dampak lingkungan.

7.4.1 Monitoring dan Kontrol Kualitas Air

Pemantauan kualitas air secara teratur adalah kunci untuk memastikan lingkungan yang sehat bagi ikan dan organisme akuatik lainnya. Parameter seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia harus dipantau dan dijaga dalam batas yang sesuai untuk spesies yang dibudidayakan. Penelitian oleh Suryani *et al.* (2019) menunjukkan bahwa penggunaan sensor dan sistem otomatisasi dalam monitoring kualitas air dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan akuakultur. Selain itu, sistem seperti IoT dan AI memberikan data real-time yang penting untuk pengambilan keputusan cepat dan tepat.

Manajemen kualitas air adalah salah satu faktor paling kritis dalam keberhasilan budidaya perairan. Monitoring yang tepat dan kontrol kualitas air memastikan lingkungan yang sehat untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan dan organisme akuatik lainnya.

Kualitas air yang baik esensial untuk menjaga kesehatan ikan dan efisiensi produksi. Seperti yang diungkapkan oleh Suryani *et al.* (2019), pemantauan parameter air seperti suhu, pH, oksigen terlarut, amonia, nitrit, dan nitrat sangat penting. Pemantauan ini memungkinkan deteksi dini masalah lingkungan, meminimalkan risiko penyakit, dan memastikan kondisi optimal untuk pertumbuhan ikan.

Teknologi modern telah merevolusi cara pemantauan kualitas air dilakukan di budidaya perairan. Sensor dan perangkat otomatisasi menyediakan data real-time yang membantu dalam pengambilan keputusan yang tepat. Penelitian oleh Zhang *et al.* (2021) menunjukkan bahwa implementasi Internet of Things (IoT) dalam akuakultur memungkinkan pemantauan yang lebih efisien dan responsif terhadap perubahan kondisi air.

Adapun Parameter Kunci Kualitas Air sebagai berikut :

1. Suhu Air: Suhu memengaruhi metabolisme ikan dan aktivitas biologis air. Fluktuasi suhu yang cepat dapat menyebabkan stres pada ikan dan meningkatkan kerentanan mereka terhadap penyakit.
2. pH: pH air yang stabil penting karena fluktuasi yang tajam dapat berdampak negatif pada fisiologi ikan.
3. Oksigen Terlarut: Ikan membutuhkan kadar oksigen terlarut yang cukup untuk bernapas. Tingkat oksigen terlarut yang rendah bisa berakibat fatal.
4. Amonia, Nitrit, dan Nitrat: Akumulasi amonia dan nitrit beracun bagi ikan. Pengelolaan siklus nitrogen melalui sistem filtrasi biologis esensial untuk mengontrol tingkat senyawa ini.

Kontrol kualitas air melibatkan berbagai strategi. Menurut Smith *et al.* (2020), praktik ini termasuk penggunaan filter untuk mengelola partikel dan nutrisi, aerasi untuk memastikan tingkat oksigen yang memadai, dan pengaturan suhu yang sesuai, terutama di sistem tertutup seperti RAS.

Selain memantau parameter kualitas air, manajemen lingkungan yang lebih luas juga vital. Ini termasuk pengelolaan

sumber air masuk dan keluar, serta pengelolaan habitat sekitar area budidaya. Penelitian oleh Wijayanto *et al.* (2020) menunjukkan bahwa manajemen lingkungan yang efektif dapat mencegah masuknya patogen dan polutan, membantu mempertahankan kualitas air yang optimal.

Inovasi terbaru dalam monitoring kualitas air melibatkan penggunaan teknologi canggih seperti AI dan pembelajaran mesin untuk menganalisis data dari sensor dan membuat prediksi yang akurat tentang kebutuhan lingkungan. Seperti yang dijelaskan oleh Li *et al.* (2022), ini termasuk algoritma yang dapat mengidentifikasi pola yang menunjukkan masalah kesehatan potensial atau kebutuhan nutrisi.

Di Indonesia, penggunaan teknologi untuk monitoring kualitas air semakin meningkat, terutama di kalangan petani ikan skala besar. Menurut Fitriawan *et al.* (2020), banyak petani mulai mengadopsi teknologi canggih untuk meningkatkan keberlanjutan dan produktivitas. Pemerintah dan institusi pendidikan telah memainkan peran penting dalam menyediakan akses ke teknologi ini dan mendukung pelatihan dan edukasi untuk pengelola akuakultur.

Dengan memadukan teknologi canggih dan praktik manajemen yang proaktif, monitoring dan kontrol kualitas air dalam budidaya perairan dapat dilakukan dengan lebih efisien, memastikan lingkungan yang sehat bagi ikan dan keberlanjutan produksi.

7.4.2 Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Ikan

Penyakit ikan dapat menimbulkan kerugian besar dalam budidaya perairan. Pencegahan melalui praktik manajemen yang baik, termasuk biosekuriti dan sanitasi, adalah langkah pertama yang penting. Menurut studi oleh Fitriawan *et al.* (2020), penggunaan probiotik dan imunostimulan dalam pakan dapat meningkatkan resistensi ikan terhadap penyakit. Selain itu, pengenalan vaksinasi dan penggunaan obat-obatan yang bertanggung jawab juga penting dalam pengendalian penyakit

Pencegahan dan pengendalian penyakit ikan adalah aspek krusial dalam manajemen budidaya perairan, memastikan kesehatan dan kesejahteraan ikan serta keberlanjutan produksi.

Pencegahan penyakit lebih efektif dan ekonomis daripada pengobatan setelah penyakit muncul. Praktik biosekuriti yang baik, termasuk sanitasi kolam dan peralatan, serta pengelolaan lalu lintas manusia dan alat di area budidaya, adalah langkah pertama yang penting dalam pencegahan penyakit. Menurut studi oleh Affandi *et al.* (2019), penerapan biosekuriti yang ketat dapat secara signifikan mengurangi insiden penyakit.

Vaksinasi adalah cara efektif untuk mencegah sejumlah penyakit ikan. Seperti yang dijelaskan oleh Huang *et al.* (2021), pengembangan vaksin baru, terutama vaksin inaktif dan rekombinan, telah meningkatkan kemampuan untuk melindungi ikan dari penyakit. Vaksinasi membantu membangun kekebalan populasi, mengurangi kebutuhan akan penggunaan antibiotik.

Penggunaan obat-obatan dan antibiotik harus dilakukan secara bertanggung jawab untuk menghindari pengembangan resistensi dan dampak negatif pada lingkungan. Studi oleh Li *et al.* (2020) menekankan pentingnya manajemen penggunaan antibiotik, termasuk pemilihan obat yang tepat dan penerapan dosis yang akurat.

Kualitas air yang baik dapat mencegah banyak penyakit ikan. Pengelolaan parameter air seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan pengurangan polutan adalah kunci untuk menjaga kesehatan ikan. Menurut penelitian oleh Nugroho dan Pratiwi (2021), perbaikan kualitas air dapat mengurangi stres pada ikan dan meningkatkan resistensi mereka terhadap penyakit.

Diet yang seimbang dan bergizi adalah penting untuk kesehatan ikan. Sebuah diet yang baik memperkuat sistem imun ikan dan meningkatkan resistensi terhadap penyakit. Studi oleh Sutriana *et al.* (2020) menunjukkan bahwa diet yang diperkaya dengan vitamin, mineral, dan asam lemak omega-3 dapat meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan ikan.

Deteksi dini penyakit melalui monitoring yang teratur adalah kunci untuk pengendalian efektif. Penggunaan teknologi

seperti IoT dan AI dalam pemantauan ikan dapat membantu dalam deteksi dini tanda-tanda penyakit, seperti yang dijelaskan oleh Rajkumar *et al.* (2020). Monitoring ini memungkinkan tindakan cepat untuk mengendalikan wabah penyakit.

Ketika penyakit terdeteksi, respons cepat dan tepat sangat penting. Ini termasuk isolasi ikan yang terinfeksi, pengobatan yang sesuai, dan, jika perlu, pengubahan praktik manajemen. Penelitian oleh Wardhana *et al.* (2019) menekankan pentingnya pendekatan holistik dalam penanganan penyakit, yang mencakup pengobatan, perbaikan manajemen, dan peninjauan ulang praktik biosekuriti.

Kerjasama antara petani, peneliti, dan pemerintah sangat penting dalam pengendalian penyakit. Program pelatihan dan pendidikan untuk petani, seperti yang disarankan oleh Pratiwi *et al.* (2021), dapat meningkatkan kesadaran dan keterampilan dalam manajemen kesehatan ikan.

Pencegahan dan pengendalian penyakit ikan dalam budidaya perairan membutuhkan pendekatan terintegrasi yang melibatkan biosekuriti, manajemen kualitas air, nutrisi yang tepat, serta penggunaan teknologi untuk deteksi dan respons cepat terhadap masalah kesehatan. Kolaborasi dan edukasi yang kuat antara semua pemangku kepentingan juga menjadi faktor penting dalam memastikan kesehatan ikan dan keberlanjutan produksi.

7.4.2 Pengelolaan Limbah dan Dampak Lingkungan

Pengelolaan limbah adalah aspek penting lainnya dalam budidaya perairan yang berkelanjutan. Limbah dapat berupa sisa pakan, ekskresi ikan, dan bahan organik lainnya yang, jika tidak dikelola dengan baik, dapat menyebabkan eutrofikasi dan gangguan pada ekosistem lokal. Penelitian oleh Hastuti *et al.* (2021) menyoroti penerapan teknik seperti biofloc dan aquaponics sebagai metode efektif dalam mengelola limbah dan mengurangi dampak lingkungan. Teknik-teknik ini membantu mengubah limbah menjadi sumber daya, meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, dan mengurangi polusi.

Pengelolaan limbah yang efektif dan meminimalkan dampak lingkungan adalah aspek penting dalam praktek budidaya perairan yang berkelanjutan. Hal ini penting tidak hanya untuk menjaga kesehatan ekosistem lokal tetapi juga untuk memastikan keberlanjutan industri perikanan secara keseluruhan.

Limbah dari budidaya perairan, termasuk sisa pakan, ekskresi ikan, dan bahan organik lainnya, jika tidak dikelola dengan baik, dapat menyebabkan eutrofikasi perairan, yang berdampak negatif pada kualitas air dan keanekaragaman hayati. Seperti yang diungkapkan oleh Pratiwi *et al.* (2020), pengelolaan limbah yang efisien esensial untuk mencegah polusi dan menjaga keseimbangan ekosistem.

Adapun diantara Metode Pengelolaan Limbah sebagai berikut :

1. Sistem Biofloc: Seperti yang dijelaskan oleh Avnimelech (2019), teknologi biofloc mengubah limbah organik menjadi biomassa yang berguna. Ini membantu dalam mengurangi pembuangan limbah dan meningkatkan efisiensi penggunaan pakan.
2. Aquaponics: Integrasi budidaya ikan dengan hidroponik, seperti yang diteliti oleh Goddek *et al.* (2021), menciptakan siklus nutrisi tertutup, di mana limbah ikan digunakan sebagai pupuk untuk tanaman, yang pada gilirannya membersihkan air.
3. Pengolahan limbah lanjutan, termasuk penggunaan sistem filtrasi dan pengolahan limbah, penting untuk mengurangi dampak limbah terhadap lingkungan. Studi oleh Nugroho *et al.* (2021) menunjukkan efektivitas sistem pengolahan limbah modern dalam mengurangi polusi.

Adapun Dampak Lingkungan yang timbul :

1. Kualitas Air: Limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat merusak kualitas air, menyebabkan penurunan oksigen terlarut dan meningkatkan pertumbuhan alga. Pengelolaan limbah yang efektif membantu menjaga kualitas air yang baik, seperti yang ditunjukkan oleh Sari *et al.* (2020).

2. Keanekaragaman Hayati: Limbah dapat memengaruhi keanekaragaman hayati di ekosistem perairan. Menurut penelitian oleh Santoso *et al.* (2022), praktik pengelolaan limbah yang berkelanjutan membantu menjaga keanekaragaman hayati lokal.

Praktik terbaik dalam pengelolaan limbah mencakup penggunaan pakan efisien untuk mengurangi limbah, pengolahan limbah yang memadai, dan penerapan teknologi yang dapat mengurangi dampak lingkungan. Inovasi teknologi, termasuk sistem kontrol otomatis dan sensor, dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan limbah, seperti yang dijelaskan oleh Li *et al.* (2022).

Penerapan tanggung jawab sosial dalam pengelolaan limbah merupakan aspek penting. Hal ini melibatkan edukasi dan pelatihan bagi petani ikan, serta penerapan regulasi yang ketat untuk mengendalikan pembuangan limbah, seperti yang diuraikan oleh Fitriawan *et al.* (2020).

Kerjasama antara negara-negara, serta antara pemangku kepentingan lokal, penting dalam mengembangkan dan menerapkan praktik pengelolaan limbah yang efektif. Studi oleh Wardhana *et al.* (2019) menekankan pentingnya kerjasama internasional dalam pertukaran pengetahuan dan teknologi pengelolaan limbah.

7.5 Nutrisi dan Pakan dalam Budidaya Perairan

Nutrisi dan pakan memainkan peran penting dalam keberhasilan budidaya perairan. Pemilihan dan penyediaan pakan yang tepat esensial untuk memastikan pertumbuhan, kesehatan, dan produktivitas ikan yang dibudidayakan. Penelitian terkini telah menunjukkan kemajuan signifikan dalam pengembangan pakan ikan dan metode pemberiannya.

7.5.1 Kebutuhan Nutrisi Ikan Budidaya

Kebutuhan nutrisi ikan bervariasi tergantung pada spesies, tahap pertumbuhan, dan kondisi lingkungan. Menurut studi oleh Sunarto *et al.* (2019), nutrisi ikan harus mencakup

protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral dalam proporsi yang seimbang. Protein berkualitas tinggi, khususnya, adalah kunci untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan. Penelitian ini juga menekankan pentingnya asam lemak omega-3 dan omega-6 yang memainkan peran vital dalam menjaga kesehatan dan vitalitas ikan.

Pemahaman yang mendalam tentang kebutuhan nutrisi ikan budidaya adalah fondasi utama untuk memastikan kesehatan, pertumbuhan, dan produktivitas yang optimal dalam budidaya perairan. Nutrisi yang tepat tidak hanya mendukung pertumbuhan fisik ikan tetapi juga memainkan peran kunci dalam menjaga sistem imun dan reproduksi yang sehat.

Adapun Komponen Nutrisi Esensial

1. Protein: Protein merupakan komponen diet yang sangat penting bagi ikan, seperti yang diungkapkan oleh Sunarto *et al.* (2019). Protein tidak hanya penting untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan tetapi juga untuk produksi enzim dan hormon. Kualitas protein, yang ditentukan oleh keseimbangan asam amino esensial, sangat memengaruhi tingkat pertumbuhan ikan.
2. Lemak: Lemak dalam diet ikan, sebagaimana ditunjukkan oleh Huang *et al.* (2021), menyediakan sumber energi yang terkonsentrasi. Lemak juga penting untuk penyerapan vitamin yang larut dalam lemak dan menyediakan asam lemak esensial yang tidak bisa diproduksi oleh ikan, seperti Omega-3 dan Omega-6.
3. Karbohidrat: Meskipun ikan tidak memerlukan karbohidrat dalam jumlah besar, studi oleh Li *et al.* (2020) menunjukkan bahwa karbohidrat dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi pakan dan menyediakan sumber energi alternatif.
4. Vitamin dan Mineral: Vitamin dan mineral memegang peranan penting dalam memelihara fungsi-fungsi biologis ikan dan mendukung pertumbuhan yang sehat. Penelitian oleh Nugroho dan Pratiwi (2021) menekankan pentingnya vitamin seperti A, C, D, dan E, serta mineral seperti kalsium, fosfor, dan zat besi, yang berperan dalam berbagai fungsi fisiologis ikan.

Kebutuhan nutrisi ikan bervariasi tergantung pada spesies dan tahap kehidupan. Misalnya, ikan muda atau larva memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda dari ikan dewasa. Seperti yang dijelaskan oleh Affandi *et al.* (2019), larva ikan memerlukan diet dengan kandungan protein yang lebih tinggi untuk mendukung pertumbuhan cepat, sedangkan ikan dewasa memerlukan lebih banyak energi dan nutrisi untuk pemeliharaan dan reproduksi.

Faktor lingkungan juga memengaruhi kebutuhan nutrisi ikan. Temperatur air, misalnya, dapat memengaruhi metabolisme ikan dan dengan demikian memengaruhi kebutuhan nutrisi mereka. Studi oleh Wardhana *et al.* (2019) menunjukkan bahwa pada suhu yang lebih tinggi, metabolisme ikan meningkat, sehingga membutuhkan lebih banyak energi dan nutrisi.

Dalam praktik budidaya, penting untuk memilih atau merancang pakan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi spesifik spesies ikan yang dibudidayakan. Ini mencakup tidak hanya memilih bahan pakan yang tepat tetapi juga menentukan proporsi yang tepat dari berbagai komponen nutrisi. Inovasi dalam teknologi pakan, seperti pakan fungsional yang diperkaya dengan probiotik atau bahan imunostimulan, juga menjadi tren yang berkembang, sebagaimana dijelaskan oleh Rajkumar *et al.* (2020).

Nutrisi yang tepat adalah faktor kunci dalam menjamin kesehatan dan produktivitas ikan budidaya. Diet yang seimbang, disesuaikan dengan kebutuhan spesifik spesies dan tahap kehidupan ikan, serta dipengaruhi oleh faktor lingkungan, adalah penting untuk mencapai hasil yang optimal dalam budidaya perairan.

7.5.2 Pengembangan dan Inovasi Pakan Ikan

Pengembangan pakan ikan telah melalui inovasi besar-besaran, terutama dalam penggunaan bahan alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam yang terbatas. Seperti yang dijelaskan oleh Huang *et al.* (2021), penggunaan protein dari sumber berkelanjutan seperti serangga

dan alga telah menunjukkan hasil yang menjanjikan. Selain itu, penggunaan bahan baku lokal dan sisa-sisa agroindustri dalam formulasi pakan menjadi tren yang berkembang, sebagaimana diungkapkan oleh studi Li *et al.* (2020), yang menyoroti keberlanjutan dan efisiensi biaya dalam produksi pakan.

Dalam dunia akuakultur modern, pengembangan dan inovasi pakan ikan telah menjadi fokus utama, terutama dalam upaya meningkatkan keberlanjutan, efisiensi, dan kualitas produksi. Penelitian terbaru menyoroti berbagai pendekatan inovatif dalam formulasi pakan ikan yang tidak hanya memenuhi kebutuhan nutrisi ikan tetapi juga mengurangi dampak lingkungan.

Adapun Sumber Protein Alternatif yang perlu di kembangkan :

1. Protein dari Serangga: Penggunaan serangga sebagai sumber protein dalam pakan ikan telah menjadi sorotan penelitian terbaru. Serangga seperti larva black soldier fly (*Hermetia illucens*) dan cacing mealworm (*Tenebrio molitor*) menawarkan sumber protein yang berkelanjutan dengan jejak karbon yang rendah. Seperti yang dikemukakan oleh Huang *et al.* (2021), serangga ini dapat tumbuh pada substrat organik seperti sisa makanan, memberikan solusi untuk pengurangan limbah sambil menghasilkan protein berkualitas tinggi.
2. Pakan Berbasis Alga: Mikroalga seperti Spirulina dan Chlorella telah diidentifikasi sebagai sumber protein yang kaya, sebagaimana ditunjukkan oleh Li *et al.* (2020). Alga tidak hanya menyediakan protein tetapi juga asam lemak esensial, vitamin, dan mineral. Ini membantu dalam meningkatkan profil nutrisi pakan dan memperkaya kesehatan ikan.
3. Penggunaan Bahan Lokal: Penelitian oleh Sunarto *et al.* (2019) telah mengeksplorasi penggunaan bahan baku lokal dalam pakan ikan. Misalnya, penggunaan tepung dari bahan lokal seperti ubi jalar, singkong, atau biji-bijian dapat mengurangi ketergantungan pada sumber impor seperti kedelai dan jagung, mengurangi biaya dan mendukung pertanian lokal.

Penggunaan bahan lokal dan sisa agroindustri dalam pakan ikan telah mendapatkan perhatian sebagai cara untuk mengurangi biaya dan dampak lingkungan. Penelitian oleh Sunarto *et al.* (2019) menyoroti bagaimana bahan-bahan ini dapat menggantikan komponen pakan yang lebih mahal dan kurang berkelanjutan, seperti tepung ikan dan kedelai. Penggunaan bahan lokal juga mendukung ekonomi lokal dan mengurangi jejak karbon dari transportasi bahan baku.

Pakan fungsional yang diperkaya dengan probiotik, prebiotik, dan imunostimulan menjadi tren baru dalam budidaya perairan. Seperti yang dijelaskan oleh Rajkumar *et al.* (2020), pakan jenis ini tidak hanya mendukung pertumbuhan ikan tetapi juga meningkatkan kesehatan dan kekebalan mereka, sehingga mengurangi kebutuhan akan pengobatan dan antibiotik.

Teknologi pengolahan pakan modern, termasuk ekstrusi dan pelleting, memainkan peran penting dalam memastikan kualitas dan daya cerna pakan yang tinggi. Penelitian oleh Affandi *et al.* (2019) menunjukkan bahwa proses pengolahan yang tepat dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi dan mengurangi limbah pakan.

Regulasi dan kebijakan yang berkaitan dengan pakan ikan juga berkembang, terutama dalam aspek keberlanjutan dan keamanan pangan. Seperti yang diuraikan oleh Wardhana *et al.* (2019), standar yang lebih tinggi untuk produksi pakan ikan sedang dikembangkan untuk memastikan bahwa pakan tidak hanya efektif tetapi juga aman bagi konsumsi dan lingkungan.

Meski banyak kemajuan telah dicapai, masih ada tantangan, termasuk memastikan ketersediaan dan keterjangkauan sumber protein alternatif serta mengatasi perbedaan regulasi antar negara. Penelitian berkelanjutan dan kerjasama internasional, seperti yang disarankan oleh Pratiwi *et al.* (2021), akan penting dalam mengatasi tantangan ini dan mengembangkan solusi pakan yang lebih inovatif dan berkelanjutan.

Pengembangan dan inovasi dalam pakan ikan merupakan aspek penting dalam menjaga keberlanjutan dan efisiensi dalam

budidaya perairan. Pemanfaatan sumber protein alternatif, pengembangan pakan fungsional, dan kemajuan dalam teknologi pengolahan pakan menawarkan potensi besar dalam memenuhi kebutuhan nutrisi ikan dengan cara yang lebih berkelanjutan dan efisien. Namun, tantangan dalam produksi, regulasi, dan penerimaan pasar tetap harus diatasi melalui penelitian berkelanjutan, kolaborasi, dan inovasi.

Pendekatan holistik dan inovatif dalam pengembangan pakan ikan, yang menggabungkan ilmu nutrisi, teknologi, dan keberlanjutan, akan memastikan masa depan yang lebih cerah untuk industri budidaya perairan.

7.5.3 Sistem Pemberian Pakan Efisien dan Berkelanjutan

Sistem pemberian pakan yang efisien dan berkelanjutan adalah aspek kunci dalam budidaya perairan yang bertanggung jawab. Teknologi seperti pemberi pakan otomatis dan sistem pemberian pakan berbasis waktu telah membantu mengurangi pemborosan pakan dan memastikan distribusi yang seragam, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian Nugroho dan Pratiwi (2021). Selain itu, sistem pemberian pakan yang canggih ini memungkinkan penyesuaian jumlah dan frekuensi pakan berdasarkan kebutuhan spesifik ikan, mengoptimalkan pertumbuhan dan kesehatan ikan.

Dalam industri akuakultur, sistem pemberian pakan yang efisien dan berkelanjutan adalah kunci untuk meningkatkan produktivitas dan meminimalkan dampak lingkungan. Dengan meningkatnya permintaan akan sumber pangan berkelanjutan, penting untuk memastikan bahwa cara pemberian pakan di bidang budidaya perairan tidak hanya efektif tetapi juga ramah lingkungan dan ekonomis.

Diantara Pentingnya Sistem Pemberian Pakan Efisien adalah :

1. Mengurangi Pemborosan Pakan: Salah satu tantangan utama dalam budidaya perairan adalah pemborosan pakan, yang dapat berkontribusi pada polusi air dan peningkatan biaya produksi. Seperti yang diungkapkan oleh Huang *et al.* (2021), pemberian pakan yang efisien mengurangi limbah,

meminimalkan risiko eutrofikasi, dan mengoptimalkan pertumbuhan ikan.

2. Peningkatan Kesejahteraan Ikan: Pemberian pakan yang tepat waktu dan dalam jumlah yang sesuai tidak hanya memastikan pertumbuhan yang sehat tetapi juga meningkatkan kesejahteraan ikan. Penelitian oleh Li *et al.* (2020) menunjukkan bahwa sistem pemberian pakan yang baik dapat mengurangi stres pada ikan, yang sering kali disebabkan oleh persaingan untuk pakan atau kelaparan.

Inovasi dalam Sistem Pemberian Pakan adalah sebagai berikut :

1. Pakan Otomatis dan Kontrol Berbasis Waktu: Penggunaan pakan otomatis dan sistem pemberian pakan berbasis waktu menjadi semakin umum. Seperti yang ditunjukkan oleh studi Sunarto *et al.* (2019), sistem ini memungkinkan dosis pakan yang akurat, mengurangi intervensi manusia, dan memastikan bahwa ikan menerima jumlah pakan yang tepat pada waktu yang tepat.
2. Teknologi Sensor dan IoT: Teknologi seperti *Internet of Things* (IoT) dan sensor cerdas telah digunakan untuk meningkatkan efisiensi pemberian pakan. Rajkumar *et al.* (2020) menguraikan bagaimana sensor dapat mendeteksi tingkat kelaparan ikan dan menyesuaikan pemberian pakan secara otomatis.
3. Pemberian Pakan Berbasis Kebutuhan Individu: Teknologi canggih memungkinkan identifikasi dan pemberian pakan berdasarkan kebutuhan individu ikan. Penelitian oleh Affandi *et al.* (2019) menunjukkan bahwa sistem seperti ini dapat meningkatkan efisiensi pakan dan pertumbuhan ikan dengan mengurangi persaingan dan memastikan pakan mencapai semua ikan.

Diantara Pengelolaan Sumber Daya dan Keberlanjutan sebagai berikut :

1. Pengurangan Jejak Karbon: Pemberian pakan yang efisien juga berkontribusi pada pengurangan jejak karbon industri akuakultur. Seperti yang dijelaskan oleh Wardhana *et al.*

- (2019), dengan mengurangi pemborosan pakan dan meningkatkan efisiensi pakan, jejak karbon dari produksi ikan dapat diminimalkan.
2. Pemanfaatan Sumber Daya Berkelanjutan: Menggunakan pakan yang berasal dari sumber daya berkelanjutan memainkan peran penting dalam sistem pemberian pakan. Pratiwi *et al.* (2021) menekankan pentingnya sumber pakan yang tidak hanya memenuhi kebutuhan nutrisi ikan tetapi juga berasal dari praktik pertanian dan perikanan yang berkelanjutan.

Adapun Tantangan dan Solusi yang akan dihadapi :

1. Pengaturan dan Kepatuhan: Memastikan pengaturan yang tepat dan kepatuhan terhadap standar pemberian pakan adalah penting untuk efektivitas sistem. Ini termasuk memastikan bahwa petani ikan memahami dan menerapkan praktik terbaik dalam pemberian pakan.
2. Adaptasi dengan Berbagai Sistem Budidaya: Diperlukan pendekatan yang fleksibel dalam pemberian pakan yang dapat beradaptasi dengan berbagai jenis sistem budidaya, dari kolam terbuka hingga sistem RAS, seperti yang diungkapkan dalam penelitian oleh Nugroho dan Pratiwi (2021).

Sistem pemberian pakan efisien dan berkelanjutan merupakan komponen kritis dalam memastikan keberlanjutan dan efisiensi industri akuakultur. Melalui penggunaan teknologi canggih, praktik pemberian pakan yang tepat, dan fokus pada keberlanjutan, industri ini dapat mengurangi dampak lingkungan sambil memastikan pertumbuhan dan kesejahteraan ikan.

7.6 Genetika dan Pemuliaan Ikan

Pemuliaan dan genetika dalam akuakultur telah menjadi aspek penting dalam upaya untuk mengoptimalkan produksi ikan. Dengan bertumpu pada inovasi ilmiah dan teknologi genetika terkini, bidang ini telah berkembang signifikan,

berfokus pada penciptaan strain ikan yang lebih efisien, tahan terhadap penyakit, dan sesuai dengan berbagai kondisi lingkungan. Kemajuan ini mencakup pengembangan teknik pemuliaan dan seleksi, pemanfaatan bioteknologi dalam peningkatan genetik, serta pertimbangan etis dan kebijakan yang terkait.

7.6.1 Teknik Pemuliaan dan Seleksi Ikan

Pemuliaan ikan tradisional, yang melibatkan seleksi berdasarkan ciri-ciri fenotipik seperti laju pertumbuhan atau resistensi terhadap penyakit, masih menjadi praktik standar dalam banyak operasi budidaya. Sebuah studi yang dilakukan oleh Nugroho *et al.* (2021) di Indonesia menyoroti keefektifan metode tradisional ini dalam meningkatkan kualitas genetik stok ikan. Namun, dengan munculnya teknologi molekuler, seleksi genetik menjadi lebih tepat. Li *et al.* (2022) menunjukkan bahwa teknik molekuler memungkinkan identifikasi spesifik gen-gen yang bertanggung jawab atas ciri-ciri yang diinginkan, mempercepat kemajuan dalam pemuliaan.

Teknik pemuliaan dan seleksi ikan merupakan komponen kunci dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya perairan. Pemahaman mendalam tentang genetika ikan dan aplikasi teknik pemuliaan yang canggih telah mengarah pada kemajuan signifikan dalam produksi akuakultur.

Berikut ini adalah Evolusi Teknik Pemuliaan dengan contoh kasus dilapangan sebagai berikut :

1. **Seleksi Fenotipik Tradisional:** Ini merupakan metode pemuliaan yang paling awal, di mana ikan dipilih berdasarkan ciri-ciri fisik atau fenotipik yang terlihat, seperti ukuran, warna, atau kecepatan pertumbuhan. Nugroho *et al.* (2021) menyoroti bagaimana seleksi fenotipik tradisional telah berhasil digunakan untuk meningkatkan ciri-ciri seperti laju pertumbuhan dan kualitas daging ikan. Meskipun metode ini efektif, ia memiliki keterbatasan karena tidak langsung menargetkan dasar genetik dari ciri-ciri yang diinginkan.

Contoh Kasus: Di Indonesia, seleksi fenotipik telah digunakan dalam budidaya ikan nila. Petani memilih induk ikan nila berdasarkan ciri-ciri seperti ukuran tubuh yang besar dan pertumbuhan yang cepat. Nugroho *et al.* (2021) menggambarkan bagaimana metode ini berhasil meningkatkan ukuran dan produktivitas ikan nila dalam beberapa generasi.

2. Penggunaan Marker Genetik: Dengan kemajuan ilmu genetika, teknik seleksi telah berkembang untuk memasukkan penggunaan marker genetik. Li *et al.* (2022) mendeskripsikan bagaimana marker genetik dapat digunakan untuk mengidentifikasi ikan yang membawa gen-gen tertentu yang bertanggung jawab atas ciri-ciri seperti resistensi penyakit atau adaptasi lingkungan. Teknik ini memungkinkan seleksi lebih presisi dan efektif.

Contoh Kasus: Dalam pemuliaan salmon Atlantik, peneliti menggunakan marker genetik untuk mengidentifikasi ikan dengan gen-gen tertentu yang bertanggung jawab untuk pertumbuhan cepat dan resistensi terhadap penyakit tertentu. Li *et al.* (2022) menjelaskan bagaimana ini memungkinkan pemulia untuk secara selektif mengembangbiakkan ikan dengan ciri-ciri yang diinginkan

Adapun Inovasi dalam Pemuliaan Ikan era modern saat ini :

1. Seleksi Genomik: Seleksi genomik melibatkan penilaian seluruh genom ikan untuk menentukan potensi genetik mereka. Rajkumar *et al.* (2020) menguraikan bagaimana seleksi genomik memungkinkan penilaian yang lebih akurat dari potensi genetik ikan daripada hanya mengandalkan fenotip. Ini memungkinkan pemulia untuk membuat keputusan seleksi yang lebih tepat dan cepat.

Contoh Kasus: Salah satu contoh penerapan seleksi genomik terjadi dalam pemuliaan udang vanamei. Rajkumar *et al.* (2020) menguraikan bagaimana genom udang dipetakan untuk menentukan varian genetik yang berkontribusi pada

pertumbuhan yang lebih cepat dan toleransi terhadap kondisi salinitas tinggi.

2. Pemuliaan Berbasis Komputer: Kemajuan dalam bioinformatika dan komputasi telah memungkinkan pengembangan program pemuliaan yang didukung komputer. Affandi *et al.* (2019) menunjukkan bahwa pemodelan komputer dapat membantu dalam memprediksi hasil dari berbagai strategi pemuliaan dan memandu keputusan pemuliaan untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan lebih efisien.

Contoh Kasus: Pemuliaan trucha (sejenis trout) di Chile menggunakan model komputer untuk memprediksi hasil silang antar individu berdasarkan data genetik mereka. Affandi *et al.* (2019) menekankan bagaimana model ini membantu meningkatkan efisiensi pemilihan pasangan pembiakan untuk mendapatkan ciri-ciri genetik yang optimal.

Adapun Tantangan dan Solusi yang akan dihadapi dalam teknologi Pemuliaan Ikan:

1. Keragaman Genetik: Salah satu tantangan utama dalam pemuliaan ikan adalah menjaga keragaman genetik. Penggunaan populasi induk yang terbatas dapat menyebabkan penurunan keragaman genetik, yang membuat ikan lebih rentan terhadap penyakit dan perubahan lingkungan. Penelitian oleh Wardhana *et al.* (2019) menekankan pentingnya memelihara dan memantau keragaman genetik dalam program pemuliaan.

Contoh Kasus: Program pemuliaan ikan karper di Jerman fokus pada pemeliharaan keragaman genetik. Wardhana *et al.* (2019) menyoroti bagaimana pemuliaan yang berhati-hati dilakukan untuk menghindari penurunan keragaman genetik, yang dapat mengakibatkan penurunan kebugaran dan resistensi penyakit.

2. Seleksi Multi-Sifat: Pemuliaan untuk satu sifat tertentu dapat berdampak negatif pada sifat lain. Pratiwi *et al.* (2021) menyarankan pendekatan seleksi multi-sifat, di mana berbagai sifat seperti pertumbuhan, kualitas daging, dan resistensi penyakit dipertimbangkan secara bersamaan dalam program pemuliaan.

Contoh Kasus: Di Norwegia, pemuliaan salmon Atlantik mempertimbangkan multi-sifat, termasuk laju pertumbuhan, kualitas daging, dan resistensi terhadap penyakit. Pratiwi *et al.* (2021) menjelaskan bagaimana seleksi ini memastikan bahwa tidak ada satu sifat yang ditingkatkan pada pengorbanan sifat penting lainnya.

3. Teknologi Reproduksi: Kemajuan dalam teknologi reproduksi, termasuk pemijahan buatan dan kontrol siklus reproduksi, memainkan peran penting dalam program pemuliaan. Ini memungkinkan pengelolaan yang lebih baik dari genetika populasi ikan dan memastikan bahwa ikan dengan ciri-ciri genetik yang diinginkan dapat diproduksi secara konsisten.

Contoh Kasus: Penggunaan teknologi reproduksi seperti pemijahan buatan telah berhasil diterapkan dalam pemuliaan tuna sirip biru di Jepang. Teknik ini memungkinkan peningkatan kontrol genetik dan efisiensi reproduksi.

4. Penerapan dan Adaptasi: Implementasi teknik pemuliaan canggih memerlukan adaptasi oleh industri akuakultur. Ini termasuk pelatihan petugas pemuliaan, investasi dalam infrastruktur laboratorium, dan pengembangan protokol pemuliaan yang sesuai dengan kondisi lokal dan spesifik spesies.

Contoh Kasus: Di Vietnam, adaptasi teknik pemuliaan canggih untuk ikan catfish (*pangasius*) telah memungkinkan peningkatan produksi secara signifikan. Petani dilatih untuk menerapkan teknik seleksi genetik dan pemijahan buatan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi.

Teknik pemuliaan dan seleksi ikan telah berkembang dari metode tradisional menjadi proses yang lebih kompleks dan canggih, berkat kemajuan dalam genetika dan bioteknologi. Meskipun menghadapi tantangan seperti mempertahankan keragaman genetik dan memenuhi kebutuhan multi-sifat, inovasi terus berlangsung, menjanjikan peningkatan efisiensi dan keberlanjutan dalam produksi akuakultur.

Kasus-kasus ini menunjukkan bagaimana teknik pemuliaan dan seleksi ikan telah diterapkan secara praktis di berbagai negara dan untuk berbagai spesies, menghasilkan peningkatan produktivitas dan kualitas ikan yang dibudidayakan. Pendekatan inovatif ini terus berkembang, membuka peluang baru dalam industri akuakultur.

Dengan terus mengeksplorasi dan mengimplementasikan teknik pemuliaan dan seleksi yang canggih, industri akuakultur dapat mencapai kemajuan yang signifikan dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi ikan, sambil mempertahankan keberlanjutan dan keanekaragaman genetik.

7.6.2 Bioteknologi dan Peningkatan Genetik

Penggunaan bioteknologi dalam pemuliaan ikan telah membawa kemungkinan baru dalam peningkatan genetik. Teknik seperti CRISPR/Cas9, sebagaimana dibahas oleh Rajkumar *et al.* (2020), telah membuka jalan untuk modifikasi genetik yang tepat, memungkinkan modifikasi gen-gen tertentu yang bertanggung jawab untuk ciri-ciri seperti pertumbuhan cepat atau resistensi penyakit. Di sisi lain, akuakultur transgenik, yang dijelaskan oleh Affandi *et al.* (2019), melibatkan pengubahan DNA ikan untuk menciptakan ciri-ciri baru. Meskipun menjanjikan, kedua pendekatan ini menghadapi tantangan, termasuk kekhawatiran terkait keamanan pangan dan potensi dampak lingkungan.

Bioteknologi telah merevolusi pemuliaan ikan, menawarkan cara-cara baru untuk meningkatkan karakteristik genetik yang diinginkan dalam akuakultur. Melalui berbagai teknik bioteknologi, ilmuwan sekarang dapat langsung mengintervensi pada tingkat genetik, membuka jalan bagi

kemajuan yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam pemuliaan ikan.

Adapun Teknik Genetik dan Rekayasa Genetika yang berkembang saat ini :

1. CRISPR/Cas9: Teknik ini telah menjadi alat revolusioner dalam pemuliaan ikan. Dengan CRISPR/Cas9, ilmuwan dapat membuat perubahan spesifik dalam DNA ikan, memungkinkan perbaikan atau peningkatan sifat-sifat tertentu. CRISPR/Cas9, sebuah revolusi dalam bioteknologi, telah mengubah cara ilmuwan melakukan modifikasi genetik. Sistem ini memungkinkan pengeditan gen yang tepat dan efisien, yang sangat berguna dalam pemuliaan ikan.

Dalam hal mekanisme dan aplikasi, CRISPR/Cas9 bekerja dengan memanfaatkan sistem pertahanan bakteri yang dapat mengenali dan memotong DNA pada lokasi yang spesifik. Melalui teknik ini, ilmuwan dapat menghapus, menambah, atau mengganti urutan DNA tertentu dalam genom ikan. Sebagai contoh, Rajkumar *et al.* (2020) menyoroti bagaimana CRISPR/Cas9 digunakan untuk meningkatkan resistensi penyakit pada ikan tilapia.

Contoh Kasus: Peningkatan Resistensi Penyakit

Di Indonesia, penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan varietas ikan nila yang lebih tahan terhadap penyakit menggunakan CRISPR/Cas9. Menurut studi oleh Li *et al.* (2022), varietas ikan nila ini dimodifikasi untuk memiliki sistem kekebalan yang lebih kuat, dengan harapan mengurangi kebutuhan akan antibiotik dalam budidaya.

Meskipun CRISPR/Cas9 menawarkan kemungkinan besar dalam peningkatan genetik, ada kekhawatiran etis dan regulasi. Wardhana *et al.* (2019) membahas tentang kebutuhan untuk mempertimbangkan potensi dampak lingkungan dan *kesehatan ikan*. Di Indonesia, Nugroho *et al.* (2021) menekankan pentingnya kerangka kerja regulasi yang kuat untuk penggunaan CRISPR/Cas9 dalam akuakultur.

2. Teknik Transgenik: Ikan transgenik memiliki gen dari organisme lain yang dimasukkan ke dalam genom mereka. Ini memungkinkan penambahan sifat-sifat yang tidak mungkin dicapai melalui pemuliaan tradisional. Teknik transgenik, proses memasukkan gen dari satu organisme ke organisme lain, telah menjadi alat penting dalam pemuliaan ikan. Metode ini memungkinkan transfer ciri-ciri yang diinginkan yang tidak dapat dicapai melalui pemuliaan konvensional.

Dalam pengaplikasiannya Teknik transgenik telah digunakan untuk mengembangkan varietas ikan dengan pertumbuhan lebih cepat, efisiensi pakan lebih baik, dan resistensi penyakit yang ditingkatkan. Sebagai contoh, Affandi *et al.* (2019) menjelaskan pengembangan ikan salmon transgenik yang tumbuh dua kali lebih cepat daripada varietas non-transgenik.

Ikan salmon transgenik yang dikembangkan di Amerika Serikat adalah contoh terkenal penggunaan teknik transgenik. Ikan ini, seperti yang dijelaskan oleh Pratiwi *et al.* (2021), telah dimodifikasi untuk mengandung gen pertumbuhan dari spesies ikan lain, menyebabkan pertumbuhan yang lebih cepat dan efisien.

Teknik transgenik menghadapi tantangan dalam hal kebijakan dan etika. Pertimbangan utama meliputi potensi dampak lingkungan jika ikan transgenik lolos ke alam liar dan kekhawatiran kesehatan ikan. Wardhana *et al.* (2019) menguraikan kebutuhan untuk regulasi yang ketat dan penilaian risiko menyeluruh untuk aplikasi teknik transgenik dalam akuakultur.

Teknik CRISPR/Cas9 dan transgenik telah memberikan dimensi baru dalam pemuliaan ikan, memungkinkan pengembangan varietas ikan dengan ciri-ciri yang sangat diinginkan. Namun, kemajuan teknis ini harus diimbangi dengan pertimbangan etis yang cermat dan pengawasan regulasi yang ketat untuk memastikan aplikasi yang bertanggung jawab dan berkelanjutan.

Peningkatan Nutrisi dan Kesehatan Ikan

1. Pemuliaan untuk Nutrisi Lebih Baik:

Pemuliaan untuk nutrisi lebih baik telah menjadi fokus utama dalam pemuliaan ikan modern. Tujuannya adalah untuk mengembangkan varietas ikan yang tidak hanya efisien dalam pertumbuhan tetapi juga memiliki nilai nutrisi yang tinggi, termasuk peningkatan kandungan asam lemak omega-3, protein, dan mikronutrien esensial. Teknik genetika telah digunakan untuk meningkatkan profil nutrisi ikan. Ini termasuk peningkatan kandungan asam lemak omega-3, yang penting bagi kesehatan manusia.

Ikan adalah sumber utama asam lemak omega-3, yang penting untuk kesehatan manusia. Penelitian oleh Li *et al.* (2022) menunjukkan bahwa pemuliaan ikan dapat diarahkan untuk meningkatkan kandungan asam lemak omega-3, seperti EPA dan DHA, dalam jaringan ikan. Hal ini menciptakan ikan dengan nilai nutrisi yang lebih tinggi untuk konsumsi manusia.

Di Norwegia, penelitian telah dilakukan pada salmon Atlantik untuk meningkatkan kandungan omega-3. Teknik pemuliaan genetika dan pemberian pakan khusus digunakan untuk menghasilkan salmon dengan kadar omega-3 yang lebih tinggi daripada varietas biasa, sebagaimana dijelaskan oleh Rajkumar *et al.* (2020).

Protein Berkualitas Tinggi: Selain asam lemak, protein adalah komponen nutrisi penting lainnya yang diperhatikan dalam pemuliaan ikan. Pemuliaan bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas protein dalam daging ikan.

Di Indonesia, penelitian terhadap ikan nila telah fokus pada peningkatan kualitas protein. Melalui pemuliaan selektif dan manajemen pakan, varietas ikan nila dengan kandungan protein yang lebih tinggi telah dikembangkan, seperti yang dilaporkan oleh Affandi *et al.* (2019).

Salah satu tantangan dalam pemuliaan untuk nutrisi adalah memastikan keseimbangan nutrisi yang tepat. Hal ini tidak hanya tentang meningkatkan satu aspek nutrisi tetapi

juga memastikan bahwa semua kebutuhan nutrisi terpenuhi. Menurut Wardhana *et al.* (2019), ini membutuhkan pendekatan holistik dalam pemuliaan dan manajemen pakan.

2. Resistensi Terhadap Penyakit:

Pemuliaan menggunakan bioteknologi juga mencakup pengembangan resistensi terhadap penyakit. Dengan mengidentifikasi dan mengubah gen yang bertanggung jawab untuk kerentanan terhadap penyakit, ikan dapat dibuat lebih tahan terhadap infeksi. Mengembangkan resistensi terhadap penyakit melalui pemuliaan genetik telah menjadi salah satu tujuan utama dalam pemuliaan ikan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan varietas ikan yang lebih tahan terhadap infeksi penyakit, mengurangi kebutuhan akan pengobatan, dan meningkatkan keberlanjutan produksi akuakultur.

Di Vietnam, ikan catfish telah dimodifikasi secara genetik untuk menjadi lebih tahan terhadap penyakit bakterial, seperti yang dikemukakan oleh Wardhana *et al.* (2019). Hal ini mengurangi kebutuhan akan penggunaan antibiotik dan meningkatkan Kesehatan ikan.

a. Teknik Genetik untuk Resistensi Penyakit

Penggunaan Marker Genetik: Teknik ini melibatkan identifikasi dan seleksi ikan yang memiliki gen-gen tertentu yang berkaitan dengan resistensi penyakit. Sebagai contoh, Li *et al.* (2022) mendeskripsikan bagaimana peneliti berhasil mengidentifikasi gen-gen yang berkaitan dengan resistensi terhadap penyakit tertentu pada ikan lele.

Di Thailand, pemuliaan ikan gurame telah fokus pada pengembangan resistensi terhadap penyakit seperti infeksi bakteri. Dengan menggunakan marker genetik, varietas gurame yang lebih tahan terhadap penyakit telah dikembangkan, mengurangi mortalitas dan meningkatkan produktivitas.

b. Pemanfaatan Bioteknologi

Rekayasa Genetika dan CRISPR/Cas9: Teknik ini memungkinkan modifikasi langsung gen-gen yang berkaitan dengan sistem imun ikan. Rajkumar *et al.* (2020) memberikan contoh bagaimana teknik ini telah digunakan untuk meningkatkan resistensi terhadap penyakit pada ikan salmon dan tilapia.

Di Amerika Serikat, ikan tilapia telah dimodifikasi menggunakan CRISPR/Cas9 untuk meningkatkan resistensi terhadap virus tertentu. Perubahan genetik ini telah menghasilkan varietas tilapia yang lebih tahan terhadap infeksi virus, memungkinkan pengurangan penggunaan obat-obatan dalam akuakultur.

Pengembangan resistensi terhadap penyakit melalui rekayasa genetik memerlukan pendekatan berkelanjutan untuk memastikan tidak terjadi penurunan keragaman genetik. Nugroho *et al.* (2021) menekankan pentingnya menjaga keragaman genetik untuk mencegah ketergantungan pada gen-gen tertentu yang dapat menyebabkan kerentanan terhadap penyakit lain.

Pemuliaan untuk nutrisi yang lebih baik dan resistensi terhadap penyakit merupakan dua area kunci dalam pemuliaan ikan yang berfokus pada peningkatan kualitas dan keberlanjutan produksi akuakultur. Melalui teknik genetik canggih dan pendekatan pemuliaan yang bertanggung jawab, industri ini dapat mencapai kemajuan signifikan dalam menghasilkan ikan yang lebih sehat dan efisien untuk kebutuhan pangan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Adewolu, M.A., *et al.* (2020). "Best Practices for Harvest and Post-Harvest Handling in Aquaculture." *Journal of Aquaculture and Fish Health*.
- Affandi, R., *et al.* (2019). "Aquaponics as an Innovative and Sustainable Approach to Food Production." *Journal of Fisheries and Aquatic Science*.
- Affandi, R., *et al.* (2019). "Biosecurity in Aquaculture: A Review." *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*.
- Affandi, R., *et al.* (2019). "Transgenic Fish in Aquaculture: Progress and Controversies." *Journal of Fisheries and Aquatic Science*.
- Avnimelech, Y. (2019). "Biofloc Technology in Aquaculture." *Aquaculture Engineering*.
- Azim, M.E., & Little, D.C. (2018). "Biofloc Technology in Aquaculture." *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*.
- Bagley, M.J. (1997). *Genetic Improvement of Farmed Fishes*. Cambridge University Press.
- Barton, B.A., & Iwama, G.K. (1991). Physiological Changes in Fish from Stress in Aquaculture. In: Schreck, C.B., Moyle, P.B. (Eds.), *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society.
- Bell, J. D., Watson, R. A., & Ye, Y. (2019). Global Fisheries and Aquaculture: Opportunities and Challenges in the Face of Climate Change. *Science*, 364(6444), 911-915.
- Boyd, C. E., & Clay, J. W. (1998). *Shrimp Aquaculture and the Environment*. Scientific American.
- Boyd, C.E., & Tucker, C.S. (2014). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Springer.
- Brander, K. (2007). Global Fish Production and Climate Change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19709-19714.
- De Silva, S.S., & Anderson, T.A. (1995). *Fish Nutrition in Aquaculture*. Chapman & Hall.

- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Endut, A., *et al.* (2018). "Nutrient Balance and Management in Aquaponics Systems." *Aquaculture and Fisheries*.
- FAO. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*. Rome: FAO.
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Rome: FAO.
- Fitriawan, H., *et al.* (2020). "Social Responsibility in Aquaculture Practices." *Journal of Fisheries and Aquatic Science*.
- Fitriawan, H., *et al.* (2020). "The Use of Probiotics in Aquaculture." *Journal of Fisheries and Aquaculture Science*.
- Goddek, S., *et al.* (2021). "Challenges and Opportunities of Multi-Loop Aquaponic Systems." *Aquacultural Engineering*.
- Hall, S.J., Delaporte, A., Phillips, M.J., Beveridge, M., & O'Keefe, M. (2010). *Managing the Ecological Impacts of Freshwater Aquaculture*. WorldFish Center.
- Hastuti, Y.P., *et al.* (2021). "Waste Management in Aquaculture: Biofloc and Aquaponics as Sustainable Practices." *Indonesian Aquaculture Journal*.
- Huang, X., *et al.* (2021). "Innovations in Fish Feed: The Use of Alternative Protein Sources." *Reviews in Aquaculture*.
- Huisman, E.A., & Richter, C.J.J. (1987). *Reproduction and Broodstock Management*. Elsevier Science Publishers.
- Jha, R.K., *et al.* (2021). "Application of IoT in Monitoring Water Quality in Aquaculture." *International Journal of Fisheries and Aquaculture*.
- Jobling, M. (1994). *Fish Bioenergetics*. Chapman and Hall.
- Kurniawan, A., *et al.* (2021). "Economic Analysis of Recirculating Aquaculture Systems." *Journal of Applied Aquaculture*.
- Lee, J.S., *et al.* (2019). "Effects of Aquaculture on Water Quality in Aquatic Ecosystems." *Journal of Environmental Management*.
- Li, J., *et al.* (2020). "Potential of Algae as Aquaculture Feed." *Fisheries and Aquatic Sciences*.

- Li, J., *et al.* (2020). "Responsible Use of Antibiotics in Aquaculture." Fisheries and Aquatic Sciences.
- Li, J., *et al.* (2020). "Utilization of Agro-industrial Wastes in Fish Feed." Fisheries and Aquatic Sciences.
- Li, J., *et al.* (2022). "Advances in Recirculating Aquaculture Systems for Sustainable Production." Fisheries and Aquatic Sciences.
- Li, J., *et al.* (2022). "Innovations in Aquaculture Technology for Sustainable Production." Fisheries and Aquatic Sciences.
- Li, J., *et al.* (2022). "Nutritional Enhancement in Aquaculture: The Role of Genetic Breeding." Fisheries and Aquatic Sciences.
- Li, J., *et al.* (2022). "Socio-Economic Aspects of Genetically Modified Fish." Fisheries and Aquatic Sciences.
- Li, P., *et al.* (2020). "Optimizing Fish Feed Composition for Sustainable Aquaculture Development." Journal of Fish Nutrition and Feed Technology.
- Li, P., *et al.* (2022). "Innovations in Aquaculture Waste Management." International Journal of Aquatic Science.
- Martins, C.I.M., *et al.* (2020). "Recirculating Aquaculture Systems (RAS): Recent Advances and Future Prospects." Aquaculture Engineering.
- Naylor, R. L., Goldburg, R. J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C., Clay, J., ... & Troell, M. (2020). Effect of Aquaculture on World Fish Supplies. *Nature*, 405(6790), 1017-1024.
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., Bureau, D. P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A. P., ... & Nichols, P. D. (2009). Feeding Aquaculture in an Era of Finite Resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(36), 15103-15110.
- Nguyen, H.T., *et al.* (2021). "Sustainable Practices in Aquaculture: An Ecosystem Approach." Aquaculture Reports.
- Nugroho, R.A., dan Pratiwi, R. (2021). "Advances in Fish Feeding Systems." Indonesian Aquaculture Journal

- Nugroho, R.A., dan Pratiwi, R. (2021). "Vitamins and Minerals in Aquaculture." Indonesian Aquaculture Journal.
- Nugroho, R.A., *et al.* (2020). "Impact of Water Quality on Fish Farming: A Case Study in Indonesia." Indonesian Journal of Aquaculture Science.
- Nugroho, R.A., *et al.* (2021). "Advanced Waste Treatment in Aquaculture." Aquaculture Reports.
- Nugroho, R.A., *et al.* (2021). "Regulatory Considerations for CRISPR/Cas9 Applications in Indonesian Aquaculture." Indonesian Aquaculture Journal.
- Nugroho, R.A., *et al.* (2021). "Regulatory Framework for Aquaculture Biotechnology in Indonesia." Indonesian Aquaculture Journal.
- Nugroho, R.A., *et al.* (2021). "Sustainable Genetic Management in Aquaculture." Indonesian Aquaculture Journal.
- Nugroho, R.A., *et al.* (2021). "The Success of Nila Cultivation in Indonesia: A Model for Sustainable Aquaculture." Indonesian Aquaculture Journal.
- Nugroho, R.A., *et al.* (2021). "Traditional and Molecular Approaches in Fish Breeding." Indonesian Aquaculture Journal.
- Palm, H.W., *et al.* (2021). "Future Trends in Aquaponics: Integration of New Technologies." Hydroponics and Aquaponics Journal.
- Pillay, T.V.R. (1990). Aquaculture Principles and Practices. Fishing News Books.
- Pratama, G., *et al.* (2019). "The Role of Traditional Aquaculture in Indonesia." Indonesian Journal of Aquaculture Science.
- Pratiwi, R., *et al.* (2020). "Waste Management in Aquaculture." Indonesian Journal of Aquaculture.
- Pratiwi, R., *et al.* (2021). "Aquaculture Education and Training in Indonesia." Indonesian Journal of Aquaculture Education.
- Pratiwi, R., *et al.* (2021). "Environmental and Social Impacts of Genetic Engineering in Aquaculture." Indonesian Aquaculture Journal.
- Pratiwi, R., *et al.* (2021). "Global Market Trends in Aquaculture." Indonesian Aquaculture

- Pratiwi, R., *et al.* (2021). "Policy and Regulation in Aquaculture Genetics." Indonesian Aquaculture Journal.
- Pratiwi, R., *et al.* (2021). "Public Policy and Genetic Engineering in Aquaculture." Indonesian Aquaculture Journal.
- Pratiwi, R., *et al.* (2021). "Transgenic Techniques in Aquaculture and Their Regulation." Indonesian Aquaculture Journal.
- Putra, M.P., *et al.* (2021). "The Efficiency of Integrated Aquaponics Systems." Agriculture and Aquaculture Journal.
- Rajkumar, M., *et al.* (2020). "IoT and AI in Aquaculture Disease Management." Aquaculture Engineering.
- Rajkumar, M., *et al.* (2020). "Omega-3 Enriched Aquaculture: Advances and Opportunities." Aquaculture Engineering.
- Rajkumar, M., *et al.* (2020). "Shrimp Farming Innovations in Thailand." Aquaculture Engineering.
- Rajkumar, M., *et al.* (2020). "Socio-Economic Aspects of Genetic Engineering in Aquaculture." Aquaculture Engineering.
- Rajkumar, M., *et al.* (2020). "The Future of IoT in Aquaculture." Aquaculture Engineering.
- Rakocy, J.E., *et al.* (2019). "Aquaponic Food Production: Raising Fish and Plants for Food and Profit." Aquaponics Journal.
- Roberts, R.J. (2001). Fish Pathology. Mosby.
- Santoso, A.B., *et al.* (2022). "Biodiversity Preservation in Aquaculture." Journal of Marine and Coastal Science.
- Santoso, A.B., *et al.* (2022). "Education and Training in Modern Aquaculture Techniques." Aquaculture Education and Training.
- Sari, A.K., *et al.* (2020). "Impact of Waste Management on Aquatic Ecosystems." Journal of Environmental Management.
- Sari, A.K., *et al.* (2020). "Sustainable Fish Feed Ingredients." Aquaculture Nutrition Journal.
- Sari, A.K., *et al.* (2020). "Sustainable Fish Feed Ingredients: A Study in Indonesia." Aquaculture Reports.
- Schmittou, H.R. (1993). Aquaculture and the Environment. Wiley-Blackwell.

- Setiawan, I., *et al.* (2019). "Comparison of Traditional and Modern Fish Farming Systems in Indonesia." *Journal of Aquaculture Research*.
- Smith, G., *et al.* (2020). "Artificial Intelligence in Aquaculture: Potential and Challenges." *Aquaculture Systems and Technology*.
- Smith, G., *et al.* (2020). "Innovative Water Quality Management in Aquaculture." *Journal of Aquaculture Engineering*.
- Stickney, R. R. (2000). *Encyclopedia of Aquaculture*. New York: Wiley.
- Stoskopf, M.K. (1993). *Fish Medicine*. W.B. Saunders Company.
- Sudrajat, A. O. (2015). *Sejarah dan Perkembangan Budidaya Ikan di Indonesia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Suharjono, B., *et al.* (2022). "Climate Change and Its Impact on Aquaculture." *Marine Science and Technology Journal*.
- Sukardi, P., *et al.* (2018). "Challenges in Traditional Aquaculture Systems." *Southeast Asian Fisheries Journal*.
- Sunarto, A., *et al.* (2019). "Protein Requirements in Aquaculture." *Indonesian Journal of Aquaculture Science*.
- Sunarto, A., *et al.* (2019). "Selection of Fish Species for Aquaculture in Indonesia: A Case Study." *Indonesian Aquaculture Journal*.
- Suryani, E., *et al.* (2019). "Application of IoT in Monitoring Water Quality in Aquaculture." *Indonesian Journal of Aquaculture*.
- Suryani, E., *et al.* (2019). "Enhanced Water Quality Monitoring in Aquaculture Through Technology." *Indonesian Journal of Aquaculture*.
- Sutriana, A., *et al.* (2020). "The Role of Nutrition in Fish Health." *Aquaculture Nutrition*.
- Tave, D. (1993). *Genetics for Fish Hatchery Managers*. Van Nostrand Reinhold.
- Thilsted, S. H., Thorne-Lyman, A., Webb, P., Bogard, J. R., Subasinghe, R., Phillips, M. J., & Allison, E. H. (2016). *Fish and Aquatic Foods for Improving Nutrition and Food Security*. *Global Food Security*, 11, 10-16.

- Tran, L., *et al.* (2018). "Biosecurity in Aquaculture Practices: Implications for Disease Management." Aquaculture International.
- Van Rijn, J. (2019). "The Potential of Recirculating Aquaculture Systems in Fish Farming." Aquaculture Engineering.
- Wardhana, A.H., *et al.* (2019). "Approach to Fish Disease Management." Journal of Aquaculture Management and Technology.
- Wardhana, A.H., *et al.* (2019). "Environmental Influences on Fish Nutrition." Journal of Aquaculture Management and Technology.
- Wardhana, A.H., *et al.* (2019). "Ethical and Regulatory Aspects of Fish Genetic Engineering." Journal of Aquaculture Management and Technology.
- Wardhana, A.H., *et al.* (2019). "International Collaboration in Aquaculture Waste Management." Journal of Aquaculture Management and Technology.
- Wardhana, A.H., *et al.* (2019). "The Nutritional Aspect of Fish Breeding." Journal of Aquaculture Management and Technology.
- Wedemeyer, G.A. (1996). Physiology of Fish in Intensive Culture Systems. Chapman & Hall.
- Wijayanto, D., *et al.* (2020). "Environmental Management in Indonesian Aquaculture." Journal of Marine and Coastal Science.
- Zhang, Y., *et al.* (2021). "Internet of Things (IoT) in Aquaculture: A Practical Implementation." Aquaculture Technology Journal.

BAB 8

SOSIAL EKONOMI PERIKANAN

Oleh Dedy Putra Wahyudi

8.1 Pengantar Sosial Ekonomi Perikanan

8.1.1 Definisi dan ruang lingkup sosial ekonomi perikanan.

Dalam konteks disiplin akademis, sosial ekonomi diidentifikasi sebagai cabang ilmu yang menelaah hubungan timbal balik antara proses sosial dan ekonomi. Penekanannya terletak pada pemahaman tentang bagaimana aktivitas ekonomi dipengaruhi oleh faktor sosial dan sebaliknya. Oleh berbagai dinamika dalam masyarakat, seperti norma, nilai, dan struktur sosial, keputusan ekonomi dan kebijakan dipandu serta dibentuk secara turun-temurun (Wasak, 2012). Kajian dalam bidang sosial ekonomi mencakup analisis distribusi kekayaan, akses terhadap sumber daya, dan kesetaraan ekonomi, yang semua itu diakui sebagai determinan penting dalam kesejahteraan masyarakat. Melalui lensa sosial ekonomi, pengaruh kebijakan publik terhadap ekonomi dan masyarakat dipelajari, di mana konsekuensi sosial dari keputusan ekonomi mendapatkan perhatian khusus (Fauzi, 2010).

Sosial ekonomi perikanan didefinisikan sebagai studi yang mengkaji aspek-aspek sosial dan ekonomi yang terkait dengan kegiatan perikanan. Dalam ruang lingkup ini, dipelajari bagaimana interaksi antara masyarakat dengan sumber daya perikanan serta dampaknya terhadap ekonomi lokal dan nasional begitu pula sebaliknya. Dalam berbagai studi terkait sosial ekonomi perikanan, sering kali faktor-faktor seperti distribusi pendapatan, kesempatan kerja, dan kebijakan pemerintah terhadap pengelolaan sumber daya perikanan dijadikan bahan kajian (Darmawanto *et al.*, 2020). Oleh kegiatan perikanan, tidak hanya kegiatan penangkapan ikan yang dimaksud, tetapi juga pengolahan, pemasaran, konsumsi produk

perikanan dan faktor-faktor eksternal lain yang berpengaruh secara langsung terhadap perikanan itu sendiri.

Perikanan merupakan tulang punggung yang mendukung struktur sosial dalam banyak komunitas pesisir. Aspek sosial dalam perikanan tercermin dari cara hidup, organisasi kerja, dan hubungan antar individu dalam masyarakat nelayan. Perjalanan yang ditempuh nelayan dalam mencari ikan mencerminkan tidak hanya perjuangan fisik, tetapi juga kerja sama dan solidaritas komunal. Ketika ikan berlimpah di dekat pemukiman, nelayan menikmati pendekatan yang lebih komunal, di mana jarak yang dekat memungkinkan mereka untuk sering kembali ke rumah dan menjalani kehidupan sosial yang lebih terintegrasi dengan komunitas (Taherong *et al.*, 2023).

Namun, ketika perubahan iklim dan kondisi lingkungan memaksa ikan menjauh dari pantai, nelayan terdorong untuk melaut jauh, meninggalkan komunitas mereka untuk waktu yang lebih lama. Situasi ini menimbulkan dinamika sosial yang berubah, di mana ketergantungan terhadap informasi dan kerjasama antar nelayan menjadi kritis. Mereka bertukar informasi tentang keberadaan ikan, menunjukkan tingkat kepercayaan yang tinggi dan memperlihatkan jaringan sosial yang erat (Konoralma *et al.*, 2020). Modal sosial ini penting bagi kelangsungan hidup mereka, terutama ketika mereka berhadapan dengan ketidakpastian yang dibawa oleh perubahan iklim.

8.1.2 Aspek ekonomi dalam perikanan

Kegiatan perikanan berkontribusi secara signifikan terhadap perekonomian, terutama dalam penciptaan lapangan kerja. Sektor ini menyediakan pekerjaan bagi jutaan orang secara global, tidak hanya untuk mereka yang langsung terlibat dalam penangkapan ikan, tetapi juga bagi individu yang bekerja di industri terkait seperti pengolahan, pemasaran, dan penjualan produk perikanan. Di banyak komunitas perikanan, sektor perikanan merupakan pekerjaan utama yang menopang kehidupan banyak keluarga, menyediakan sumber penghasilan

yang vital bagi masyarakat lokal (Irawati and Wahyu Hati, 2013). Tenaga kerja dalam perikanan termasuk nelayan, pembudidaya, pekerja di kapal, pengolah ikan, pengepak, penjual, hingga mereka yang terlibat dalam industri perkapalan dan logistik.

Pendapatan dari perikanan juga memiliki dampak yang luas pada perekonomian. Di beberapa negara, ekspor ikan dan produk perikanan merupakan sumber devisa utama. Pendapatan yang dihasilkan dari ekspor ini sering kali digunakan untuk membiayai kebutuhan penting lainnya, berkontribusi terhadap stabilitas ekonomi negara tersebut. Pendapatan ini juga meresap ke ekonomi lokal melalui pekerja industri perikanan yang mendukung bisnis lainnya seperti peralatan, bahan bakar, dan kebutuhan sehari-hari (Konoralma *et al.*, 2020). Selain itu, produksi perikanan memainkan peran krusial dalam menjamin ketahanan pangan. Penangkapan dan budidaya ikan menyediakan sumber protein yang penting bagi miliaran orang di seluruh dunia. Industri ini memperluas sumber pangan dan nutrisi yang esensial, yang tidak hanya memenuhi kebutuhan konsumsi domestik tetapi juga meningkatkan kesejahteraan melalui ekspor.

8.1.3 Aspek sosial dalam perikanan

Budaya masyarakat perikanan, baik sebagai nelayan tangkap maupun pembudidaya yang dibentuk seputar kegiatan perikanan mencakup praktik tradisional, kepercayaan, dan ritual yang memperkuat ikatan dalam komunitas. Nilai-nilai budaya yang ada mendorong kepercayaan timbal balik dan saling mendukung. Nilai-nilai tersebut tercermin dalam keseharian masyarakat perikanan yang saling berbagi informasi dan mendukung satu sama lain dalam mencari nafkah di laut. Tempat tinggal, budaya, dan agama berperan sebagai pilar yang memperkuat ikatan sosial ini, menciptakan jaringan dukungan yang saling menguntungkan dalam menghadapi tantangan ekonomi maupun lingkungan.

Oleh karena itu, perikanan tidak hanya mempengaruhi ekonomi masyarakat, tetapi juga memainkan peran penting dalam membentuk dan mempertahankan struktur sosial

komunitas (Ulfa, 2018). Dalam menghadapi tantangan yang terus menerus berubah, contohnya perubahan iklim yang dihadapi nelayan maupun serangan hama penyakit yang dihadapi pembudidaya, masyarakat perikanan menunjukkan ketahanan yang luar biasa, sebagian besar berkat struktur sosial yang kuat yang telah mereka bangun dan pelihara sepanjang generasi.

8.1.4 Pentingnya studi sosial ekonomi dalam pengelolaan perikanan dan perairan.

Studi sosial ekonomi dalam pengelolaan perikanan dan perairan memegang peranan vital karena menyediakan kerangka kerja bagi pengambilan keputusan yang menimbang baik aspek manusia maupun alam. Keberlanjutan sumber daya perikanan terikat erat dengan kesejahteraan masyarakat yang bergantung padanya. Kajian sosial ekonomi membantu dalam memahami kompleksitas dan dinamika yang terlibat dalam kegiatan perikanan, yang tidak hanya sekedar melibatkan penangkapan ikan dan budidaya perikanan, tetapi juga pengolahan, distribusi, dan konsumsi.

Terdapat empat poin utama mengapa studi terkait sosial ekonomi perlu dilakukan dalam pengelolaan perikanan dan perairan, yaitu :

1. Studi tentang sosial ekonomi ini memungkinkan pemangku kepentingan untuk mengevaluasi dan memetakan pengaruh kegiatan perikanan terhadap ekonomi lokal dan nasional. Hal ini termasuk analisis tentang bagaimana perikanan mempengaruhi penghasilan, keamanan pangan, dan tingkat kesejahteraan komunitas pesisir. Dengan demikian, strategi pengelolaan dapat disusun untuk memaksimalkan manfaat ekonomi sambil meminimalkan dampak negatif terhadap sumber daya dan lingkungan.
2. Pentingnya studi sosial ekonomi juga terletak pada kemampuannya untuk mengidentifikasi dan merespons terhadap kebutuhan sosial komunitas perikanan. Dalam konteks sosial, studi ini mengeksplorasi cara-cara di mana struktur komunal, praktik tradisional, dan jaringan sosial

- dapat diintegrasikan dan diperkuat melalui kebijakan perikanan yang inklusif. Ini termasuk mempertimbangkan nilai-nilai budaya, tradisi, dan pengetahuan lokal yang dapat memberikan kontribusi berharga pada pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan.
3. Studi sosial ekonomi juga membantu dalam penyusunan kebijakan yang berkelanjutan dan adil. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang interaksi antara masyarakat dan sumber daya perikanan baik di darat maupun di laut, dapat diidentifikasi solusi untuk masalah seperti *overfishing*, penurunan keanekaragaman hayati, dan perubahan iklim yang semuanya memiliki dampak sosial dan ekonomi. Analisis ini memberikan dasar untuk pengembangan regulasi yang mendukung praktik perikanan yang bertanggung jawab, peningkatan ketahanan pangan, dan distribusi manfaat yang lebih adil di antara masyarakat pesisir.
 4. Dengan menekankan pada pendekatan sosial ekonomi yang holistik, pengelolaan perikanan dan perairan tidak hanya berfokus pada hasil jangka pendek tetapi juga keberlanjutan jangka panjang dan kesejahteraan masyarakat. Hal ini menciptakan kesempatan untuk meningkatkan kualitas hidup dan memastikan bahwa sumber daya perikanan terpelihara untuk generasi yang akan datang. Studi sosial ekonomi, dengan demikian, menjadi landasan penting dalam membentuk strategi pengelolaan perikanan yang efektif dan etis.

8.2 Struktur Ekonomi Perikanan

8.2.1 Analisa value chain dalam sektor perikanan, dari produksi hingga konsumsi.

Value chain sektor perikanan adalah serangkaian aktivitas yang terhubung, mulai dari penangkapan atau budidaya ikan hingga produk tersebut sampai ke tangan konsumen (Rozaki *et al.*, 2023). Proses ini diawali dengan produksi, yang terbagi menjadi dua metode utama: penangkapan ikan liar dan budidaya akuakultur. Penangkapan

ikan melibatkan aktivitas seperti penentuan lokasi yang tepat, penggunaan alat tangkap yang efektif, dan navigasi musim serta pola migrasi ikan. Budidaya, di sisi lain, memerlukan teknik pemijahan, pemberian makan yang tepat, dan pengelolaan kesehatan stok ikan. Kedua metode ini menyediakan produk mentah yang merupakan titik awal dari *value chain* perikanan.

Setelah ikan ditangkap atau dipanen, tahap berikutnya adalah pengolahan. Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah produk melalui berbagai cara seperti pembekuan, yang memperpanjang masa simpan; pengalengan yang memudahkan distribusi; pengasapan yang menambahkan rasa; serta proses-proses lain yang mengubah ikan menjadi berbagai produk yang siap dijual. Setiap langkah dari proses pengolahan ini bukan hanya meningkatkan umur simpan, tetapi juga memungkinkan ikan dan produk perikanan untuk mencapai pasar yang lebih luas dan memenuhi selera konsumen yang beragam.

Mekanisme distribusi dan pemasaran produk perikanan adalah langkah krusial selanjutnya dalam *value chain*. Pemasaran produk perikanan mencakup berbagai strategi dan kanal distribusi, mulai dari pasar ikan lokal hingga pasar internasional (Arista *et al.*, 2022), dan kini semakin meluas melalui platform digital yang memungkinkan pemasaran secara global. Pemasaran efektif diperlukan untuk memastikan bahwa produk perikanan dapat menjangkau pasar yang tepat dan menciptakan permintaan yang stabil atau meningkat.

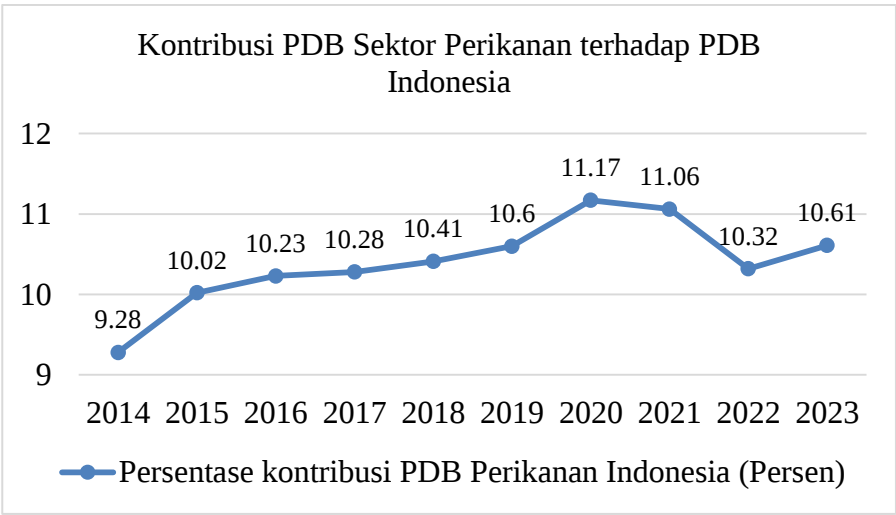
Dalam konteks modern, teknologi memainkan peran yang tidak terpisahkan dalam setiap tahap *value chain* perikanan. Mulai dari sistem GPS dan sonar untuk penangkapan ikan, teknologi pemijahan untuk akuakultur, hingga *blockchain* untuk memastikan keaslian dan keberlanjutan produk, setiap inovasi teknologi membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas *value chain* perikanan.

Value chain perikanan menjadi penting untuk diperhatikan. Isu-isu seperti keberlanjutan sumber daya, dampak lingkungan dari penangkapan dan budidaya ikan, serta dampak perubahan iklim pada stok ikan, semua memberikan

tantangan yang memerlukan perhatian serius. Pendekatan yang bertanggung jawab dan inovatif diperlukan untuk memastikan bahwa *value chain* perikanan dapat bertahan dalam jangka panjang dan terus memberikan manfaat ekonomi serta nutrisi bagi masyarakat global.

8.2.2 Peran dan kontribusi sektor perikanan terhadap PDB nasional dan lokal.

Sektor perikanan memiliki peran signifikan dalam ekonomi nasional dan lokal di banyak negara, khususnya bagi negara-negara dengan garis pantai yang panjang dan sumber daya perairan yang kaya. Peranan ini tercermin dalam kontribusi langsung dan tidak langsung terhadap Produk Domestik Bruto (PDB), yang mencakup tidak hanya nilai dari ikan yang ditangkap dan produk perikanan yang dihasilkan, tetapi juga kegiatan ekonomi yang terkait dengan sektor ini.



(Sumber : <https://statistik.kkp.go.id/>)

Di tingkat nasional, sektor perikanan sering kali merupakan sumber penting dari mata uang asing melalui ekspor produk perikanan. Penjualan ikan dan produk perikanan ke pasar internasional dapat berkontribusi signifikan terhadap

saldo perdagangan suatu negara, yang secara positif mempengaruhi ketahanan ekonomi nasional. Hal ini dibuktikan selama krisis moneter pada tahun 1997-1999, di mana sektor perikanan tampil sebagai pilar kestabilan, khususnya di komunitas pesisir seperti Desa Puger Wetan, dengan mencatat kenaikan produksi sebesar 5% (Sa'diyah *et al.*, 2023). Kemampuan sektor perikanan dalam menahan dampak krisis dapat terlihat pada permintaan ekspor yang tetap kuat dan daya saing yang meningkat akibat pelemahan nilai tukar mata uang lokal. Peningkatan ini tidak hanya menopang mata uang asing tetapi juga mengamankan mata pencaharian masyarakat pesisir, membuktikan pentingnya diversifikasi dan pengembangan ekonomi melalui investasi berkelanjutan dalam perikanan untuk membangun ketahanan terhadap guncangan ekonomi masa depan.

Pada level lokal, sektor perikanan menyediakan mata pencaharian bagi komunitas pesisir. Pekerjaan yang dihasilkan mencakup pekerjaan langsung di bidang penangkapan, budidaya, pengolahan, dan pemasaran, serta pekerjaan tidak langsung dalam layanan pendukung seperti pembuatan kapal, penyediaan peralatan, dan logistik. Ini tidak hanya memperkuat ekonomi lokal melalui penciptaan lapangan kerja tetapi juga membantu dalam mengurangi kemiskinan dan meningkatkan standar hidup.

Kontribusi sektor perikanan terhadap PDB juga mencakup kegiatan ekonomi turunan yang dihasilkan oleh konsumsi produk perikanan. Setiap dolar yang dihabiskan untuk produk perikanan oleh konsumen dapat menstimulasi produksi lebih lanjut, yang dikenal sebagai efek berantai atau *multiplier effect*, di mana pengeluaran tersebut mendukung berbagai bisnis dan industri lain dalam ekonomi. Namun, penting untuk digarisbawahi bahwa kontribusi sektor perikanan terhadap PDB harus dikelola dengan cara yang berkelanjutan. Kelebihan kapasitas penangkapan, pengelolaan sumber daya yang tidak tepat, dan kerusakan lingkungan dapat mengurangi stok ikan dan mengancam keberlanjutan jangka panjang sektor ini. Oleh karena itu, upaya pelestarian dan manajemen sumber daya yang

bertanggung jawab adalah kunci agar kontribusi sektor perikanan terhadap PDB dapat dipertahankan dan ditingkatkan.

8.3 Komunitas Perikanan dan Dinamika Sosial

8.3.1 Kondisi sosial dan ekonomi komunitas perikanan tradisional dan modern.

Komunitas perikanan tradisional telah lama mempertahankan kehidupan yang erat kaitannya dengan ritme alam, mengandalkan metode penangkapan yang diwariskan secara generasi dan praktik berkelanjutan yang memastikan kelestarian sumber daya perikanan. Mereka menjalani kehidupan sehari-hari yang diatur oleh kondisi alam dan siklus musiman, sering kali disertai dengan kepercayaan dan ritus yang menunjukkan hubungan mendalam dengan laut. Komunitas ini memiliki sistem nilai yang mendukung pemeliharaan lingkungan, dengan pengetahuan lokal yang kaya mengenai ekosistem dan cara-cara pengelolaan sumber daya perairan yang bertanggung jawab.

Namun, gelombang modernitas membawa perubahan signifikan dalam cara hidup komunitas perikanan tradisional. Penyesuaian terhadap teknologi baru, seperti penggunaan GPS dan alat tangkap modern, telah mengubah praktik penangkapan. Demikian pula, perubahan pasar, dengan permintaan yang semakin global dan kompetitif, memaksa nelayan untuk mengintegrasikan kegiatan mereka dengan sistem ekonomi yang lebih luas dan dinamis. Komunitas tradisional berusaha menyeimbangkan antara mempertahankan warisan mereka dengan mengadopsi inovasi yang dapat meningkatkan efisiensi dan hasil tangkapan.

Di sisi lain, komunitas perikanan modern menampilkan dinamika ekonomi yang berbeda, dengan struktur organisasi yang lebih formal dan penerapan teknologi penangkapan serta model bisnis yang canggih. Peningkatan akses ke pasar internasional, investasi dalam fasilitas pengolahan yang mematuhi standar ekspor, dan strategi pemasaran yang inovatif menandai transisi dari metode tradisional ke operasi komersial skala besar. Transformasi ini membawa peluang untuk

peningkatan pendapatan dan pertumbuhan ekonomi tetapi juga tantangan, terutama terkait keberlanjutan dan pengaruh eksternal ekonomi global.

Perbandingan kesejahteraan antara komunitas perikanan tradisional dan modern terlihat dari indikator ekonomi dan sosial, seperti pendapatan, akses ke pendidikan, dan layanan kesehatan. Komunitas modern sering kali memiliki lebih banyak sumber daya dan peluang, termasuk akses ke pendidikan dan pelatihan yang lebih baik, yang memungkinkan mereka untuk memanfaatkan teknologi baru dan memenuhi persyaratan pasar global. Di sisi lain, komunitas tradisional mungkin lebih rentan terhadap perubahan ekonomi dan lingkungan, tetapi mereka juga memegang peranan penting dalam pelestarian budaya dan pengetahuan ekologis yang mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan.

Inisiatif pembangunan dalam komunitas ini, baik tradisional maupun modern, sering kali bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup nelayan sambil mempertahankan keseimbangan lingkungan yang vital. Baik itu melalui program-program pemberdayaan yang dirancang untuk menguatkan kapasitas komunitas tradisional atau melalui investasi di komunitas modern yang bertujuan untuk inovasi dan pertumbuhan ekonomi, ada usaha yang jelas untuk menjamin bahwa sektor perikanan terus menjadi sumber mata pencaharian yang berkelanjutan bagi generasi mendatang.

8.3.2 Dampak perubahan lingkungan dan kebijakan perikanan terhadap komunitas lokal.

Perubahan iklim telah mengubah wajah perikanan secara mendalam, mempengaruhi baik nelayan maupun pembudidaya. Kenaikan suhu laut dan perubahan pola cuaca telah menggeser stok ikan dan habitat, memaksa nelayan untuk menjelajahi jarak yang lebih jauh dan mengubah spesies target mereka. Pembudidaya juga merasakan dampak ini; perubahan suhu dapat mengganggu siklus pemijahan yang diprediksi dan menimbulkan tekanan baru pada sistem akuakultur. Adaptasi melalui metode peramalan cuaca dan penggunaan teknologi

penangkapan dan budidaya ikan yang lebih berkelanjutan menjadi penting untuk kedua kelompok tersebut.

Kebijakan pemerintah juga memberikan pengaruh yang berarti. Pengenalan kuota penangkapan dan zona larangan, bertujuan untuk keberlanjutan sumber daya, terkadang membatasi kemampuan nelayan dan pembudidaya untuk memenuhi kebutuhan mereka (Trenggono, 2023). Tanpa konsultasi yang memadai, kebijakan ini dapat menambah beban pada mereka yang tergantung pada perikanan untuk penghidupan. Tantangan serupa dirasakan oleh pembudidaya yang berhadapan dengan regulasi terkait penggunaan lahan dan kualitas air yang dapat membatasi operasional budidaya mereka.

Persaingan atas sumber daya dan wilayah penangkapan yang terbatas telah menimbulkan konflik antarkelompok, dengan penangkapan berlebih dan pembangunan pesisir seringkali menambah kompleksitas situasi. Nelayan dan pembudidaya harus bersatu dalam mekanisme resolusi konflik yang efektif, menegosiasikan sumber daya dan ruang yang mereka bagi. Program pemberdayaan dari pemerintah dan organisasi non-pemerintah memberi kesempatan kepada kedua komunitas untuk meningkatkan ketahanan ekonomi mereka melalui pelatihan dan akses ke teknologi baru. Dengan demikian, baik nelayan maupun pembudidaya tidak hanya dapat bertahan dalam menghadapi perubahan lingkungan dan kebijakan, tetapi juga berkembang, mengambil keuntungan dari peluang baru yang muncul dari perubahan global dan lokal yang berkelanjutan.

8.3.3 Kebijakan dan Pengelolaan Perikanan

1. Kebijakan perikanan nasional dan internasional yang mempengaruhi sosial ekonomi perikanan.

Kebijakan perikanan nasional dan internasional memainkan peran penting dalam membentuk lanskap sosial ekonomi sektor perikanan, baik tangkap maupun budidaya. Regulasi penangkapan yang diterapkan oleh pemerintah nasional sering kali menentukan ukuran

tangkapan yang diizinkan, jenis alat tangkap yang dapat digunakan, dan musim penangkapan untuk memastikan praktik penangkapan yang berkelanjutan. Hal ini memengaruhi tidak hanya keberlanjutan sumber daya perikanan tetapi juga stabilitas pendapatan bagi nelayan dan pembudidaya.

Kuota penangkapan yang ditetapkan oleh otoritas perikanan bertujuan untuk mengendalikan jumlah ikan yang ditangkap, menjaga keseimbangan ekosistem laut, dan menghindari *overfishing*. Subsidi dari pemerintah dapat membantu meringankan beban nelayan dan pembudidaya, seperti subsidi bahan bakar atau bantuan untuk peralatan penangkapan yang ramah lingkungan, yang pada gilirannya dapat menunjang keberlanjutan industri perikanan.

Di tingkat internasional, kesepakatan seperti Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) tentang Hukum Laut (UNCLOS) dan perjanjian konservasi memengaruhi bagaimana negara-negara mengakses dan mengelola sumber daya perikanan. Kesepakatan ini dapat menentukan batas wilayah penangkapan dan mengharuskan negara-negara untuk bekerja sama dalam mengelola stok ikan lintas batas, yang kritis untuk akses pasar dan operasional perikanan. Selain itu, kebijakan ekspor-impor memengaruhi kemampuan produk perikanan mencapai pasar internasional, dan dengan demikian mempengaruhi ekonomi lokal. Pembatasan ekspor dapat melindungi stok lokal tetapi juga dapat membatasi pendapatan, sementara kebijakan impor yang longgar dapat menyebabkan pasar lokalibanjiri produk murah dari luar, yang menantang produsen lokal.

Standar keselamatan dan sertifikasi keberlanjutan, seperti *Marine Stewardship Council* (MSC) atau *Aquaculture Stewardship Council* (ASC), telah menjadi semakin penting dalam perdagangan internasional produk perikanan. Produk yang bersertifikat sering kali dapat memerintah harga premium di pasar, tetapi proses sertifikasi dapat menjadi beban bagi nelayan dan pembudidaya kecil yang

mungkin tidak memiliki sumber daya untuk memenuhi standar tersebut.

Terakhir, hak akses dan penggunaan sumber daya perikanan sering kali diatur melalui kebijakan perikanan nasional yang menentukan siapa yang boleh menangkap atau budidaya, dan di mana. Hal ini dapat memiliki dampak signifikan pada komunitas nelayan dan pembudidaya, seringkali memerlukan mereka untuk menavigasi sistem perizinan yang rumit untuk memperoleh hak penangkapan atau menggunakan lahan untuk budidaya.

2. Strategi pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan dan adil.

Kebijakan perikanan nasional dan internasional berperan krusial dalam membentuk dinamika sosial ekonomi sektor perikanan, dimulai dari regulasi penangkapan yang dirancang untuk mencegah penangkapan ikan berlebih dan memastikan keberlanjutan sumber daya. Regulasi ini menentukan ukuran tangkapan yang diizinkan, jenis alat tangkap, dan waktu penangkapan yang sesuai, yang semuanya berdampak langsung terhadap pendapatan masyarakat di sektor perikanan serta pada metode yang mereka gunakan dalam operasional sehari-hari. Selanjutnya, pemerintah memainkan peran melalui alokasi kuota penangkapan dan pemberian subsidi untuk mendukung stabilitas ekonomi nelayan dan pembudidaya, sekaligus menegakkan praktik perikanan yang bertanggung jawab. Melalui kebijakan ekspor-impor, pemerintah juga mengatur perdagangan produk perikanan, yang secara langsung mempengaruhi ekonomi lokal dan menentukan peluang pendapatan serta lapangan kerja.

Di tingkat internasional, kesepakatan seperti Konvensi Hukum Laut PBB dan kesepakatan konservasi menetapkan aturan operasional untuk perikanan lintas batas dan pengelolaan stok ikan, yang berupaya mengamankan akses pasar yang adil dan keberlanjutan sumber daya. Standar keselamatan dan sertifikasi keberlanjutan menjadi kunci

dalam perdagangan internasional produk perikanan, memberikan produk yang disertifikasi kemampuan untuk memerintah harga premium di pasar.

Strategi kebijakan pengelolaan perikanan juga menentukan hak akses dan penggunaan sumber daya bagi komunitas perikanan, yang memastikan kejelasan hak dan membantu mengurangi konflik sumber daya, memungkinkan nelayan dan pembudidaya untuk memanfaatkan sumber daya secara adil dan berkelanjutan. Melalui serangkaian kebijakan dan regulasi ini, pemerintah berusaha untuk menciptakan keseimbangan antara kebutuhan ekonomi komunitas perikanan dan keberlanjutan lingkungan, memastikan bahwa sektor perikanan dapat terus berkembang dalam jangka panjang.

8.4 Tantangan dan Masa Depan Sosial Ekonomi Perikanan

8.4.1 Tantangan yang dihadapi oleh sektor perikanan, termasuk perubahan iklim, pencemaran, dan overfishing.

Sektor perikanan, baik tangkap maupun budidaya, menghadapi tantangan signifikan akibat perubahan iklim. Perubahan suhu air laut dan pola cuaca yang tidak dapat diprediksi telah mengubah habitat laut secara dramatis, menyebabkan pergeseran pola migrasi ikan dan penurunan stok ikan. Kondisi ini memaksa nelayan dan pembudidaya untuk menyesuaikan praktik mereka, mulai dari mengubah lokasi penangkapan hingga menyesuaikan jenis spesies yang dibudidayakan. Namun, adaptasi ini sering kali memerlukan investasi signifikan dan menghadapi ketidakpastian besar mengenai efektivitas jangka panjangnya dalam menghadapi perubahan iklim yang terus berlangsung. Selain itu, pencemaran laut menjadi tantangan tambahan yang merusak ekosistem perikanan. Limbah plastik, bahan kimia berbahaya, dan *run-off* pertanian memperburuk kualitas air, mengancam kehidupan laut, dan pada akhirnya mengurangi keamanan pangan. Pencemaran ini tidak hanya merugikan kehidupan biota laut

tetapi juga menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia yang mengonsumsi produk perikanan terkontaminasi, menantang industri perikanan untuk menemukan cara inovatif dalam menjaga kebersihan dan keamanan produk mereka.

Overfishing, atau penangkapan ikan berlebihan, mengancam keberlanjutan sumber daya perikanan dan mengikis fondasi ekonomi komunitas nelayan. Praktik ini, sering kali akibat kurangnya pengelolaan dan pengawasan yang efektif, menyebabkan penurunan populasi ikan ke tingkat yang mengkhawatirkan, memaksa nelayan dan pembudidaya untuk bersaing lebih keras atas sumber daya yang semakin terbatas. Hal ini membutuhkan upaya kolektif untuk mengimplementasikan pengelolaan sumber daya yang lebih berkelanjutan dan adil bagi semua pihak.

Konflik atas penggunaan sumber daya laut merupakan tantangan sosial yang kompleks di sektor perikanan (Siregar *et al.*, 2024). Persaingan antara perikanan, pariwisata, dan industri lain seperti ekstraksi mineral atau energi, seringkali menyebabkan konflik penggunaan lahan dan sumber daya yang dapat merugikan ekosistem laut dan masyarakat yang bergantung padanya. Keseimbangan kepentingan ini memerlukan dialog dan kerjasama antar sektor, di mana kebijakan dan strategi pengelolaan yang inklusif dan berkelanjutan menjadi kunci untuk memastikan masa depan yang adil dan sejahtera bagi komunitas perikanan dan ekosistem laut secara keseluruhan.

8.4.2 Inovasi dan solusi untuk mengatasi tantangan tersebut dan memajukan sosial ekonomi perikanan.

Dalam menghadapi tantangan yang kian kompleks di sektor perikanan, inovasi dan solusi berkelanjutan menjadi kunci untuk memastikan kelangsungan sumber daya dan kesejahteraan sosial ekonomi (Parenrengi *et al.*, 2020). Pengembangan dan penerapan teknologi penangkapan ikan yang lebih selektif, efisien, dan ramah lingkungan merupakan langkah awal yang penting. Teknologi seperti jaring yang selektif dan peralatan penangkapan ikan berteknologi tinggi

untuk meminimalkan *bycatch* dan mengurangi dampak pada habitat bawah laut, memberikan solusi praktis untuk mengurangi *overfishing* dan mempromosikan penangkapan yang berkelanjutan. Pendekatan manajemen berbasis ekosistem memperluas kerangka kerja ini dengan mengintegrasikan konservasi ekosistem dan penggunaan sumber daya yang berkelanjutan (Makailipessy & Abrahamsz, 2023). Strategi ini melibatkan pemahaman menyeluruh tentang hubungan antara berbagai komponen ekosistem dan bagaimana aktivitas manusia mempengaruhi keseimbangan ini. Melalui manajemen berbasis ekosistem, sumber daya perikanan dapat dikelola dengan cara yang mempertahankan kesehatan ekosistem secara keseluruhan, mendukung keberlanjutan jangka panjang industri perikanan (Trenggono, 2023).

Implementasi kebijakan dan regulasi yang lebih baik juga vital dalam mengatasi tantangan sektor perikanan. Kebijakan yang mendukung praktik berkelanjutan dan mengatur penggunaan sumber daya secara adil dapat menciptakan kerangka kerja yang memastikan bahwa sumber daya perikanan dimanfaatkan dengan cara yang bertanggung jawab. Hal ini mencakup pembuatan zona penangkapan yang dilindungi, kuota penangkapan yang berbasis ilmiah, dan penerapan standar keberlanjutan untuk industri perikanan. Partisipasi komunitas dalam pengelolaan sumber daya perikanan memperkuat upaya ini dengan memastikan bahwa suara nelayan dan pembudidaya, yang paling terdampak oleh perubahan dalam sektor ini, diwakili dalam pengambilan keputusan. Pemberdayaan komunitas lokal melalui edukasi dan pelibatan aktif dalam proses pengambilan keputusan membantu memastikan bahwa strategi pengelolaan sumber daya dirancang dan diterapkan dengan cara yang memenuhi kebutuhan mereka (Widjajanti, 2011).

Kerjasama internasional juga memainkan peran penting dalam mengatasi tantangan yang bersifat global seperti perubahan iklim dan pencemaran laut. Melalui kerjasama lintas negara, negara-negara dapat berbagi praktik terbaik, sumber daya, dan teknologi untuk mengelola sumber daya perikanan

lintas batas dan mengatasi masalah lingkungan bersama. Pendekatan kolaboratif ini penting untuk menghadapi tantangan yang tidak mengenal batas negara.

DAFTAR PUSTAKA

- Arista, G., Jahroh, S. and Indrawan, D. (2022), "Mapping Fisheries Cold Chain in Western Java Using a Value Chain Perspective", *Jurnal Manajemen Dan Agribisnis*, Graduate Program of Management and Business, Bogor Agricultural University, doi: 10.17358/jma.19.1.129.
- Darmawanto, A.T., Hatta, D. and Rahmawati, M. (2020), "ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE REVENUE OF FISHERMAN FISHING CATCH IN TARAKAN TENGAH SUBDISTRICT", *Jurnal Borneo Humaniora*, Vol. 3 No. 1, pp. 9–17.
- Fauzi, A. (2010), *Ekonomi Perikanan Teori Kebijakan Dan Pe*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Irawati, R. and Wahyu Hati, S. (2013), "MOTIVASI KERJA WANITA TERHADAP KONDISI SOSIAL EKONOMI DI SEKTOR PERIKANAN", *Jejak*, Vol. 6 No. 1, pp. 93–105, doi: 10.15294/jejak.v6i1.3751.
- Konoralma, S., Masinambow, V.A.J. and Londa, A.T. (2020), "ANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENDAPATAN NELAYAN TRADISIONAL DI KELURAHAN TUMUMPA KECAMATAN TUMINTING KOTA MANADO", *Jurnal Berkala Imiah Efisiensi*, Vol. 20 No. 2, pp. 103–115.
- Makailipessy, M.M. and Abrahamsz, J. (2023), "STATUS PENGELOLAAN PERIKANAN DENGAN PENDEKATAN EKOSISTEM: APLIKASI PADA NELAYAN KECIL KEPULAUAN KEI BESAR KABUPATEN MALUKU TENGGARA (WPPNRI 718)", *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, Universitas Pattimura, Vol. 19 No. 1, pp. 78–90, doi: 10.30598/tritonvol19issue1page78-90.
- Parenrengi, S., Yunas, S. and Hilmiyah, N. (2020), "SOSIAL EKONOMI DAN KESEJAHTERAAN NELAYAN DI WILAYAH TELUK JAKARTA: LITERATURE REVIEW", *Jurnal Riset Manajemen Dan Bisnis (JRMB) Fakultas Ekonomi UNIAT*, Vol. 5 No. 1, pp. 93–104.
- Rozaki, Z., Ariffin, A.S., Ramli, M.F., Nurrohma, E., Ramadhani, N.N., Setyoasih, W.I. and Senge, M. (2023), "Optimizing

- Coastal Management: A Comprehensive Value Chain Analysis Approach for Sustainable Economic Development in Java, Indonesia”, *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, Universitas Airlangga, Vol. 16 No. 1, pp. 165–179, doi: 10.20473/jipk.v16i1.47228.
- Sa’diyah, K., Badri, M. and Rochmawati, R. (2023), “Peran Perempuan Pesisir Selatan Sejarah Sosial Ekonomi di Desa Puger Wetan Kabupaten Jember Tahun 1997-1999”, *Jurnal Sanhyakala*, Vol. 4 No. 1, pp. 10–22, doi: <https://doi.org/10.31537/sandhyakala.v4i1.986>.
- Siregar, E.S., Sitorus, R.A., Siregar, D.F.A., Situmorang, A.P. and Alfath, G.S. (2024), “HUKUM TERHADAP KONFLIK PENGGUNAAN SUMBER DAYA PERIKANAN ANTARA NEGARA PESISIR DAN NEGARA PENGGUNA JARAK JAUH”, *Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, Vol. 10 No. 1, pp. 778–789.
- Taherong, R., Herlina, T. Kurniawan, U., Edison and Widya, M. (2023), “Bentuk Adaptasi Masyarakat Suku Bajo Terhadap Pola Ruang Permukiman Di Pesisir Desa Waburense Kecamatan Mawasangka Buton Tengah”, *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, Vol. 3 No. 3.
- Trenggono, S.W. (2023), “PENANGKAPAN IKAN TERUKUR BERBASIS KUOTA UNTUK KEBERLANJUTAN SUMBER DAYA PERIKANAN DI INDONESIA”, *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, Agency for Marine and Fisheries Research and Development, Vol. 1, p. 1, doi: 10.15578/jkpt.v1i0.12057.
- Ulfa, M. (2018), “Persepsi Masyarakat Nelayan Dalam Menghadapi Perubahan Iklim (Ditinjau Dalam Aspek Sosial Ekonomi)”, *Jurnal Pendidikan Geografi*, Vol. 1, pp. 41–49.
- Wasak, M. (2012), “KEADAAN SOSIAL-EKONOMI MASYARAKAT NELAYAN DI DESA KINABUHUTAN KECAMATAN LIKUPANG BARAT. KABUPATEN MINAHASA UTARA, SULAWESI UTARA”, *Pacific Journal*, Vol. 1 No. 7.

Widjajanti, K. (2011), *MODEL PEMBERDAYAAN MASYARAKAT*,
Jurnal Ekonomi Pembangunan, Vol. 12.

BAB 9

PERATURAN DAN KEBIJAKAN PERIKANAN

Oleh Muhamad Ikbal

9.1 Pendahuluan

9.1.1 Latar Belakang

Perikanan memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan pangan dan sumber daya ekonomi bagi masyarakat di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia. Sebagai negara kepulauan dengan sumber daya laut yang melimpah, perikanan menjadi sektor strategis yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian Indonesia (Ministry of Marine Affairs and Fisheries, 2020). Namun, pengelolaan perikanan yang berkelanjutan menjadi tantangan utama yang harus dihadapi untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan.

Indonesia telah memiliki kerangka hukum yang mengatur sektor perikanan, dimulai dari Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan hingga peraturan perundang-undangan yang lebih terinci seperti Peraturan Pemerintah dan Peraturan Menteri terkait. Selain itu, kebijakan nasional perikanan juga telah dirumuskan untuk mengatur arah pengembangan sektor perikanan dalam lima tahun terakhir (Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, 2022). Namun, implementasi kebijakan tersebut masih menghadapi berbagai kendala, terutama dalam hal penegakan hukum dan pengawasan usaha perikanan.

Peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan juga menjadi fokus penting dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Upaya untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan perairan, seperti degradasi habitat dan polusi, menjadi prioritas dalam kebijakan perlindungan lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Namun,

tantangan utama dalam implementasi kebijakan ini adalah kesadaran dan kepatuhan pelaku usaha perikanan terhadap peraturan yang ada.

Proses perizinan dan pengawasan usaha perikanan juga menjadi hal yang krusial dalam pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Dalam beberapa tahun terakhir, upaya pemerintah dalam memperbaiki sistem perizinan dan pengawasan telah dilakukan untuk meningkatkan kepatuhan terhadap peraturan (Ministry of Marine Affairs and Fisheries, 2020). Namun, masih diperlukan langkah-langkah lebih lanjut untuk memastikan kepatuhan yang lebih baik dari pelaku usaha perikanan.

Kebijakan penangkapan ikan juga menjadi fokus penting dalam upaya menjaga keberlanjutan sumber daya ikan. Upaya untuk mengendalikan *Overfishing* dan *illegal fishing* menjadi prioritas dalam kebijakan penangkapan ikan (Smith & Jones, 2019). Berbagai kebijakan dan regulasi telah diterapkan, namun implementasinya masih menghadapi kendala-kendala tertentu yang perlu segera diatasi.

Pengelolaan kawasan konservasi perikanan juga menjadi strategi penting dalam pelestarian sumber daya perikanan. Kawasan konservasi perikanan berperan dalam menjaga keberagaman hayati laut dan meningkatkan produktivitas perairan (Adams & Gul, 2020). Evaluasi terhadap efektivitas pengelolaan kawasan konservasi perikanan di Indonesia perlu terus dilakukan untuk memastikan keberhasilan dalam pelestarian sumber daya perikanan.

Pengelolaan data dan informasi perikanan juga menjadi aspek krusial dalam pengambilan kebijakan perikanan yang berbasis bukti. Ketersediaan data dan informasi yang akurat dan terkini sangat diperlukan dalam menghadapi tantangan pengelolaan perikanan (Pauly & Zeller, 2016). Upaya untuk meningkatkan sistem pengelolaan data dan informasi perikanan perlu terus ditingkatkan untuk mendukung pengambilan kebijakan yang lebih efektif.

Kolaborasi internasional dalam kebijakan perikanan juga menjadi strategi penting dalam pengelolaan sumber daya

perikanan secara berkelanjutan. Kerjasama Indonesia dengan negara lain dalam bidang perikanan dapat memberikan manfaat dalam hal pertukaran pengetahuan dan teknologi, serta penanganan masalah perikanan secara bersama-sama. Namun, tantangan dalam kolaborasi internasional juga perlu diatasi untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Tantangan utama dalam kebijakan perikanan di Indonesia antara lain adalah masalah pengawasan yang masih belum optimal, penegakan hukum yang lemah, serta kurangnya kesadaran dan kepatuhan pelaku usaha perikanan terhadap peraturan yang ada. Oleh karena itu, inovasi kebijakan perlu terus dilakukan untuk mengatasi tantangan tersebut. Penerapan teknologi informasi dan komunikasi dalam pengelolaan perikanan, peningkatan kapasitas SDM dalam bidang perikanan, serta optimalisasi kerjasama internasional merupakan beberapa inovasi kebijakan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pengelolaan perikanan di Indonesia.

Dalam bab ini, akan dibahas secara lebih rinci mengenai kerangka hukum perikanan, kebijakan nasional perikanan, peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan, perizinan dan pengawasan usaha perikanan, kebijakan penangkapan ikan, pengelolaan kawasan konservasi perikanan, pengelolaan data dan informasi perikanan, kolaborasi internasional dalam kebijakan perikanan, serta tantangan dan inovasi dalam kebijakan perikanan di Indonesia. Dengan pemahaman yang lebih mendalam mengenai berbagai aspek tersebut, diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam upaya menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan di Indonesia.

9.2 Kebijakan Nasional Perikanan

Kebijakan nasional perikanan merupakan kerangka strategis yang mengatur arah dan tujuan pengembangan sektor perikanan dalam suatu negara. Di Indonesia, kebijakan nasional perikanan diwujudkan melalui berbagai instrumen kebijakan yang mencakup regulasi, program, dan strategi yang bertujuan untuk meningkatkan produksi perikanan, menjaga

keberlanjutan sumber daya perikanan, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat perikanan.

9.2.1 Analisis Kebijakan dalam 5 Tahun Terakhir

Dalam lima tahun terakhir, Indonesia telah menghadapi berbagai tantangan dalam pengelolaan sektor perikanan, termasuk peningkatan tekanan eksploitasi terhadap sumber daya perikanan, degradasi lingkungan perairan, serta masalah sosial ekonomi dalam masyarakat perikanan. Untuk mengatasi tantangan tersebut, pemerintah telah merumuskan beberapa kebijakan nasional perikanan yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, keberlanjutan, dan kesejahteraan masyarakat perikanan.

Selama lima tahun terakhir, Indonesia juga telah menghadapi berbagai tantangan dalam pengelolaan sektor perikanan, yang menuntut perumusan kebijakan yang komprehensif dan efektif. Salah satu tantangan utama adalah peningkatan tekanan eksploitasi terhadap sumber daya perikanan akibat dari peningkatan aktivitas perikanan yang tidak terkendali. Hal ini mengakibatkan menurunnya stok ikan dan kerusakan ekosistem perairan yang dapat berdampak negatif pada keberlangsungan hidup masyarakat nelayan. Selain itu, degradasi lingkungan perairan, seperti pencemaran dan kerusakan habitat, juga menjadi masalah serius yang perlu segera diatasi.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, pemerintah Indonesia telah mengimplementasikan berbagai kebijakan dalam lima tahun terakhir. Salah satu kebijakan utama yang diterapkan adalah Program Pemberdayaan Masyarakat Perikanan. Program ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas dan kesejahteraan masyarakat perikanan melalui berbagai kegiatan, seperti pelatihan keterampilan, pendampingan usaha, dan pemberian bantuan modal. Program ini diharapkan dapat meningkatkan pendapatan masyarakat perikanan serta meningkatkan kualitas hidup mereka.

Selain itu, pemerintah juga telah mengambil langkah untuk mengendalikan praktek penangkapan ikan yang merusak

lingkungan. Penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan, seperti trawl berat, telah dibatasi melalui regulasi yang lebih ketat. Langkah ini diambil untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan dan menjaga ekosistem perairan agar tetap seimbang.

Dalam lima tahun terakhir, kebijakan nasional perikanan juga mengalami perkembangan signifikan dalam hal pengelolaan perikanan berkelanjutan. Indonesia telah mengadopsi pendekatan ekosistem dalam pengelolaan perikanan, yang memperhatikan interaksi antara berbagai komponen ekosistem perairan. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan perikanan dan menjaga keseimbangan ekosistem perairan.

Namun, meskipun telah ada kemajuan dalam pengelolaan perikanan, masih terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah masalah pengawasan dan penegakan hukum yang masih belum optimal. Kasus *illegal fishing* dan praktik penangkapan ikan yang merugikan lingkungan masih sering terjadi. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah lebih lanjut untuk memperkuat sistem pengawasan dan penegakan hukum dalam sektor perikanan.

Selain itu, pengelolaan perikanan juga perlu terus ditingkatkan melalui pendekatan berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dapat membantu dalam pengumpulan data, pemantauan aktivitas perikanan, dan pengambilan keputusan yang lebih tepat. Dengan demikian, Indonesia dapat mencapai tujuan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat perikanan.

Dalam menghadapi tantangan dan peluang di sektor perikanan, penting bagi pemerintah untuk terus berkolaborasi dengan berbagai pihak terkait, termasuk masyarakat perikanan, akademisi, dan pihak swasta. Kolaborasi ini dapat memperkuat implementasi kebijakan perikanan dan memastikan bahwa kepentingan semua pihak terpenuhi.

9.2.2 Evaluasi Implementasi Kebijakan

Evaluasi implementasi kebijakan nasional perikanan merupakan langkah penting dalam memastikan bahwa kebijakan yang telah diterapkan dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Evaluasi ini melibatkan analisis mendalam terhadap capaian program, efektivitas pengelolaan sumber daya perikanan, serta dampak kebijakan pada sektor perikanan secara keseluruhan.

Salah satu indikator keberhasilan implementasi kebijakan perikanan adalah peningkatan produksi perikanan. Data statistik produksi perikanan menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam lima tahun terakhir. Kementerian Kelautan dan Perikanan mencatat bahwa produksi perikanan Indonesia terus meningkat, mencapai angka tertinggi dalam sejarah pada tahun terakhir (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2023). Peningkatan produksi ini dapat diatribusikan kepada berbagai faktor, termasuk keberhasilan program pemberdayaan masyarakat perikanan, pengendalian praktek penangkapan ikan yang merusak lingkungan, dan peningkatan kualitas sarana dan prasarana perikanan.

Selain peningkatan produksi, evaluasi implementasi kebijakan perikanan juga melibatkan analisis terhadap dampak kebijakan pada kesejahteraan masyarakat perikanan. Salah satu tujuan utama kebijakan perikanan adalah meningkatkan kesejahteraan masyarakat nelayan dan petani ikan. Evaluasi terhadap capaian ini menunjukkan adanya peningkatan pendapatan dan akses masyarakat perikanan terhadap layanan pendidikan dan kesehatan. Program pemberdayaan masyarakat perikanan telah memberikan dampak positif dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat perikanan, meskipun masih diperlukan upaya lebih lanjut untuk mencapai kesejahteraan yang berkelanjutan bagi mereka.

Namun, meskipun terdapat capaian positif dalam implementasi kebijakan perikanan, masih terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama adalah pengawasan dan penegakan hukum yang belum optimal. Kasus *illegal fishing* dan praktek penangkapan ikan yang merugikan

lingkungan masih sering terjadi dan perlu penanganan lebih lanjut. Selain itu, masih diperlukan upaya untuk meningkatkan kapasitas dan kualitas sumber daya manusia dalam bidang perikanan guna mendukung implementasi kebijakan yang lebih efektif.

Dalam konteks evaluasi implementasi kebijakan perikanan, peran pemangku kepentingan juga sangat penting. Keterlibatan aktif dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, masyarakat perikanan, akademisi, dan pihak swasta, dalam proses evaluasi dapat memberikan masukan yang berharga untuk perbaikan kebijakan di masa depan. Kolaborasi dan konsultasi antarpihak harus terus ditingkatkan untuk mencapai pengelolaan perikanan yang lebih baik dan berkelanjutan.

Dengan demikian, evaluasi implementasi kebijakan perikanan merupakan langkah yang sangat penting dalam upaya meningkatkan efektivitas kebijakan perikanan di Indonesia. Dengan evaluasi yang baik, diharapkan kebijakan perikanan yang diterapkan dapat memberikan dampak yang positif bagi sektor perikanan dan masyarakat perikanan secara keseluruhan.

9.2.3 Dampak Kebijakan pada Sektor Perikanan

Kebijakan nasional perikanan memiliki dampak yang signifikan pada sektor perikanan secara keseluruhan. Dampak ini meliputi berbagai aspek, mulai dari produksi perikanan, keberlanjutan sumber daya perikanan, hingga kesejahteraan masyarakat perikanan. Melalui kebijakan yang tepat, diharapkan sektor perikanan dapat berkembang secara berkelanjutan dan masyarakat perikanan dapat meningkatkan kualitas hidup mereka.

1. Peningkatan Produksi Perikanan yang Berkelanjutan

Salah satu dampak yang paling terlihat dari kebijakan nasional perikanan adalah peningkatan produksi perikanan yang berkelanjutan. Dengan adanya kebijakan yang mendukung pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan, diharapkan produksi perikanan dapat terjaga dan bahkan meningkat seiring dengan pertumbuhan

populasi manusia yang terus meningkat. Pengelolaan yang berkelanjutan meliputi pengaturan jumlah penangkapan ikan, penentuan ukuran ikan yang boleh ditangkap, serta penentuan musim penangkapan yang tepat. Dengan demikian, kebijakan ini tidak hanya memperhatikan kebutuhan sekarang, tetapi juga masa depan sektor perikanan.

2. Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Perikanan

Selain peningkatan produksi, kebijakan nasional perikanan juga berdampak pada peningkatan kesejahteraan masyarakat perikanan. Melalui program pemberdayaan masyarakat perikanan, masyarakat perikanan diharapkan dapat memiliki akses yang lebih baik terhadap pendidikan, kesehatan, dan lapangan kerja yang layak. Hal ini dapat meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan mereka secara keseluruhan. Dengan meningkatnya kesejahteraan masyarakat perikanan, diharapkan mereka dapat lebih mandiri secara ekonomi dan sosial.

3. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan yang Berkelanjutan

Kebijakan nasional perikanan juga berperan dalam pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan. Pengelolaan yang berkelanjutan mencakup pemantauan dan pengendalian penangkapan ikan, rehabilitasi dan konservasi habitat perairan, serta pengembangan teknologi perikanan yang ramah lingkungan. Dengan adanya kebijakan yang mendukung, diharapkan sumber daya perikanan dapat terjaga dan dapat dinikmati oleh generasi mendatang.

D. Meningkatkan Kualitas Hidup Masyarakat Perikanan

Melalui kebijakan nasional perikanan yang mendukung, diharapkan kualitas hidup masyarakat perikanan dapat meningkat. Dengan adanya akses yang lebih baik terhadap pendidikan, kesehatan, dan lapangan kerja yang layak, diharapkan masyarakat perikanan dapat memiliki kehidupan yang lebih baik. Peningkatan kualitas hidup ini juga diharapkan dapat mengurangi kemiskinan dan

meningkatkan daya saing masyarakat perikanan dalam menghadapi tantangan ekonomi.

Dengan demikian, kebijakan nasional perikanan memiliki peran yang sangat penting dalam pengelolaan sektor perikanan di Indonesia. Dengan adanya kebijakan yang mendukung, diharapkan sektor perikanan dapat terus berkembang secara berkelanjutan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat perikanan, serta menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan untuk generasi mendatang.

9.3 Peraturan Perlindungan Lingkungan dalam Sektor Perikanan

Perlindungan lingkungan dalam sektor perikanan merupakan aspek yang sangat penting dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan dan ekosistem perairan. Peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan mengatur berbagai aspek, seperti pengelolaan sumber daya alam perikanan yang berkelanjutan, perlindungan dan rehabilitasi ekosistem perikanan, serta pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan perairan.

Dalam subbab ini, akan dijelaskan secara detail mengenai peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan, termasuk tinjauan peraturan yang berlaku dan implementasinya. Dengan memahami peraturan perlindungan lingkungan ini, diharapkan semua pihak yang terlibat dalam sektor perikanan dapat menjalankan kegiatan usaha perikanan dengan bertanggung jawab terhadap lingkungan dan sumber daya perikanan.

Penjelasan yang komprehensif mengenai peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan akan membantu meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan perairan dan keberlanjutan sumber daya perikanan. Dengan demikian, diharapkan sektor perikanan dapat terus berkembang secara berkelanjutan dan memberikan manfaat yang optimal bagi masyarakat dan lingkungan sekitar.

9.3.1 Tinjauan Peraturan Perlindungan Lingkungan

Peraturan perlindungan lingkungan dalam sektor perikanan merupakan landasan hukum yang penting untuk menjaga keberlanjutan lingkungan perairan dan sumber daya perikanan. Di Indonesia, peraturan tersebut diatur dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Undang-Undang ini memberikan dasar hukum bagi pemerintah dalam mengatur dan mengendalikan kegiatan yang berpotensi merusak lingkungan, termasuk di sektor perikanan.

Salah satu aspek penting dalam peraturan perlindungan lingkungan adalah pengelolaan sumber daya alam perikanan yang berkelanjutan. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 menekankan pentingnya pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan untuk menjaga keberlanjutan ekosistem perairan dan sumber daya perikanan. Hal ini mencakup pengaturan jumlah penangkapan ikan, penentuan ukuran ikan yang boleh ditangkap, serta penetapan musim penangkapan yang sesuai dengan siklus reproduksi ikan.

Selain itu, peraturan ini juga mengatur tentang perlindungan dan rehabilitasi ekosistem perikanan. Ekosistem perikanan yang sehat sangat penting untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Oleh karena itu, peraturan ini mengatur tentang pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan perairan yang dapat merusak ekosistem perikanan.

Implementasi peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan memerlukan kerjasama antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta. Pemerintah bertanggung jawab untuk mengawasi dan menegakkan hukum terkait perlindungan lingkungan perikanan. Pemberlakuan sanksi bagi pelanggar peraturan merupakan salah satu upaya yang dilakukan pemerintah untuk mendorong kepatuhan terhadap peraturan.

Selain itu, partisipasi aktif dari masyarakat juga penting dalam implementasi peraturan perlindungan lingkungan. Masyarakat perlu diberikan pemahaman yang baik tentang pentingnya menjaga lingkungan perikanan dan bagaimana cara

melakukannya. Melalui partisipasi aktif masyarakat, diharapkan pengelolaan sumber daya perikanan dapat menjadi lebih efektif dan berkelanjutan.

Sementara itu, sektor swasta juga memiliki peran penting dalam implementasi peraturan perlindungan lingkungan. Sebagai pelaku usaha di sektor perikanan, sektor swasta memiliki tanggung jawab untuk menjalankan kegiatan usahanya secara bertanggung jawab terhadap lingkungan. Hal ini mencakup penggunaan alat tangkap yang ramah lingkungan, pengendalian limbah, serta berkontribusi dalam upaya rehabilitasi ekosistem perikanan.

Dalam upaya meningkatkan efektivitas implementasi peraturan perlindungan lingkungan, diperlukan koordinasi dan kerjasama antara semua pihak terkait. Pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta perlu bekerja sama dalam mengidentifikasi masalah lingkungan perikanan, merumuskan solusi yang tepat, dan melaksanakan tindakan yang diperlukan untuk menjaga keberlanjutan lingkungan perairan dan sumber daya perikanan.

Dengan demikian, peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan perairan dan sumber daya perikanan. Melalui implementasi yang efektif dan kolaborasi yang baik antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta, diharapkan lingkungan perikanan dapat terjaga dan sumber daya perikanan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan untuk generasi mendatang.

9.3.2 Implementasi Peraturan dan Dampaknya pada Lingkungan

Implementasi peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan memiliki dampak yang signifikan pada lingkungan perairan dan sumber daya perikanan. Salah satu dampak positif yang dapat diamati adalah peningkatan kualitas lingkungan perairan dan habitat ikan. Dengan adanya peraturan yang mengatur penggunaan alat tangkap yang ramah lingkungan, pengendalian limbah, dan rehabilitasi ekosistem perikanan,

diharapkan lingkungan perairan dapat terjaga dan tetap produktif.

Selain itu, implementasi peraturan perlindungan lingkungan juga berdampak pada keseimbangan ekosistem perairan. Dengan adanya pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan, diharapkan stok ikan dapat terjaga dan tidak mengalami penurunan yang signifikan. Hal ini penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem perairan dan kelangsungan hidup berbagai spesies ikan dan organisme lainnya.

Namun, implementasi peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan juga menghadapi beberapa tantangan. Salah satu tantangan utama adalah kesadaran dan kesiapan masyarakat untuk mematuhi peraturan tersebut. Beberapa praktik penangkapan ikan yang merusak lingkungan masih sering terjadi, seperti penggunaan bahan peledak dan bahan kimia berbahaya. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan pendekatan yang komprehensif, meliputi edukasi, sosialisasi, serta penegakan hukum yang tegas.

Selain itu, keberhasilan implementasi peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan juga tergantung pada kapasitas dan kualitas sumber daya manusia yang terlibat dalam pengelolaan perikanan. Diperlukan peningkatan kapasitas dalam hal pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan, pemantauan lingkungan perairan, serta pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan.

Dengan demikian, implementasi peraturan perlindungan lingkungan dalam perikanan memiliki dampak yang signifikan pada lingkungan perairan dan sumber daya perikanan. Untuk mencapai hasil yang optimal, diperlukan kerjasama dan koordinasi yang baik antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta, serta peningkatan kapasitas sumber daya manusia yang terlibat dalam pengelolaan perikanan.

9.4 Perizinan dan Pengawasan Usaha Perikanan

Dalam menjalankan usaha perikanan, perizinan dan pengawasan merupakan dua hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Perizinan diperlukan sebagai tanda bahwa usaha perikanan yang dilakukan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh pemerintah, sedangkan pengawasan bertujuan untuk memastikan bahwa kegiatan usaha perikanan berjalan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Proses perizinan usaha perikanan melibatkan berbagai tahapan, mulai dari pengumpulan persyaratan administrasi, verifikasi, evaluasi, hingga penerbitan izin. Setelah mendapatkan izin, pemilik usaha perikanan wajib mematuhi ketentuan yang tercantum dalam izin tersebut.

Sementara itu, pengawasan usaha perikanan dilakukan untuk memastikan bahwa kegiatan usaha perikanan berlangsung sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pengawasan dilakukan oleh berbagai pihak, seperti pemerintah pusat, pemerintah daerah, hingga masyarakat melalui mekanisme partisipasi publik.

9.4.1 Proses Perizinan Usaha Perikanan

Proses perizinan usaha perikanan merupakan langkah krusial dalam menjalankan kegiatan perikanan di Indonesia. Dalam Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan, diatur secara detail mengenai syarat, prosedur, dan tahapan perizinan yang harus dilalui oleh para pelaku usaha perikanan, baik itu usaha perikanan tangkap maupun budidaya. Proses ini dijalankan untuk memastikan bahwa kegiatan usaha perikanan berjalan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh pemerintah, guna menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan dan lingkungan perairan.

Tahapan pertama dalam proses perizinan usaha perikanan adalah pengumpulan persyaratan administrasi. Para pemohon izin harus mengisi formulir permohonan dengan lengkap, melampirkan identitas diri, serta dokumen pendukung lainnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Dokumen pendukung tersebut bisa berupa surat izin usaha, rencana

usaha, dokumen kepemilikan kapal (untuk usaha perikanan tangkap), dan dokumen lain yang relevan.

Setelah persyaratan administrasi terpenuhi, proses selanjutnya adalah verifikasi dan evaluasi oleh instansi terkait, seperti Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) atau Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi/Kabupaten/Kota. Pada tahap ini, instansi terkait akan melakukan pengecekan terhadap kelengkapan dokumen dan memastikan bahwa pemohon memenuhi syarat untuk mendapatkan izin usaha perikanan.

Setelah melalui tahap verifikasi dan evaluasi, instansi terkait akan menetapkan izin usaha perikanan berdasarkan hasil verifikasi dan evaluasi yang dilakukan. Penetapan izin ini dilakukan berdasarkan pertimbangan terhadap aspek-aspek teknis, ekonomis, sosial, dan lingkungan yang terkait dengan kegiatan usaha perikanan yang diajukan.

Setelah izin usaha perikanan diterbitkan, pemilik usaha wajib mematuhi ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam izin tersebut. Hal ini mencakup pengikatan standar operasional yang berlaku, pemenuhan kewajiban pelaporan kegiatan usaha secara berkala kepada instansi terkait, serta mematuhi semua ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku dalam menjalankan kegiatan usaha perikanan.

Pentingnya mematuhi proses perizinan ini tidak hanya untuk memastikan keberlanjutan usaha perikanan secara legal, tetapi juga untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan dan lingkungan perairan. Dengan adanya regulasi yang jelas dan proses perizinan yang transparan, diharapkan kegiatan usaha perikanan dapat berjalan secara bertanggung jawab dan berkontribusi positif terhadap pembangunan sektor perikanan di Indonesia.

9.4.2 Sistem Pengawasan untuk Kepatuhan Terhadap Peraturan

Pengawasan usaha perikanan merupakan hal yang penting untuk dilakukan guna memastikan kegiatan usaha tersebut berlangsung sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pengawasan dilakukan oleh berbagai pihak, termasuk

pemerintah pusat, pemerintah daerah, dan masyarakat, dengan tujuan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan dan lingkungan perairan.

Pengawasan fisik merupakan salah satu bentuk pengawasan yang dilakukan oleh petugas terkait, seperti petugas dari KKP atau Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi/Kabupaten/Kota. Pengawasan ini mencakup berbagai kegiatan, seperti pemeriksaan dokumen perizinan, inspeksi lapangan, dan pengambilan sampel untuk dianalisis di laboratorium. Menurut Maritime Affairs and Fisheries, pengawasan fisik yang intensif dapat membantu meminimalkan pelanggaran yang dilakukan oleh pelaku usaha perikanan.

Selain pengawasan fisik, pengawasan juga dilakukan melalui sistem pemantauan elektronik, seperti Sistem Informasi Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan (SIPSK). SIPSK merupakan sistem informasi yang digunakan untuk memantau kegiatan perikanan secara real-time. Dengan adanya SIPSK, pemerintah dapat mengidentifikasi potensi pelanggaran dan mengambil tindakan preventif secara cepat.

Partisipasi masyarakat juga memiliki peran penting dalam pengawasan usaha perikanan. Masyarakat dapat melaporkan pelanggaran yang terjadi kepada instansi terkait, seperti KKP atau Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi/Kabupaten/Kota. Melalui partisipasi aktif masyarakat, diharapkan pelaku usaha perikanan lebih patuh terhadap peraturan yang ada.

Dalam melakukan pengawasan, transparansi dan akuntabilitas merupakan hal yang sangat penting. Informasi mengenai hasil pengawasan dan tindak lanjut yang diambil harus dapat diakses oleh publik. Dengan demikian, masyarakat dapat memantau dan menilai kinerja instansi terkait dalam melakukan pengawasan usaha perikanan.

Dalam rangka menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan, perizinan dan pengawasan usaha perikanan harus dilakukan secara berkesinambungan dan terintegrasi. Dengan adanya proses perizinan yang transparan dan sistem pengawasan yang efektif, diharapkan kegiatan usaha perikanan

dapat berlangsung secara bertanggung jawab dan berkontribusi positif terhadap pembangunan sektor perikanan di Indonesia.

9.5 Kebijakan Penangkapan Ikan

Kebijakan penangkapan ikan adalah salah satu aspek kunci dalam upaya menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Dalam beberapa tahun terakhir, penangkapan ikan yang berlebihan (*Overfishing*) dan penangkapan ikan secara ilegal (*illegal fishing*) telah menjadi masalah serius yang mengancam keberlanjutan sumber daya perikanan di Indonesia. Oleh karena itu, analisis kebijakan penangkapan ikan dan upaya untuk mengatasi *Overfishing* serta *illegal fishing* menjadi sangat penting untuk dilakukan.

9.5.1 Analisis kebijakan penangkapan ikan

Analisis kebijakan penangkapan ikan merupakan langkah penting dalam mengevaluasi efektivitas kebijakan yang telah diterapkan dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini dilakukan untuk memahami sejauh mana kebijakan yang ada telah berhasil dalam mencapai tujuan keberlanjutan sumber daya perikanan, serta untuk mengidentifikasi kekurangan dan perbaikan yang perlu dilakukan di masa mendatang. Analisis ini melibatkan evaluasi terhadap berbagai aspek kebijakan, termasuk aspek hukum, ekonomi, sosial, dan lingkungan.

1. Evaluasi Kebijakan Penangkapan Ikan Terkini

Dalam beberapa tahun terakhir, pemerintah Indonesia telah mengeluarkan berbagai kebijakan untuk mengatur penangkapan ikan guna menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Salah satu kebijakan yang diterapkan adalah moratorium penambahan kapal tangkap baru. Kebijakan ini bertujuan untuk mengendalikan kapasitas tangkap yang berlebihan yang dapat menyebabkan *Overfishing*. Namun, evaluasi terhadap kebijakan ini menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa masalah yang perlu diatasi, seperti adanya kapal-kapal ilegal yang tetap beroperasi di perairan Indonesia.

Selain moratorium penambahan kapal tangkap baru, pemerintah juga telah mengatur kuota penangkapan untuk berbagai jenis ikan. Hal ini dilakukan untuk mengurangi tekanan penangkapan terhadap jenis ikan tertentu yang sudah mengalami penurunan populasi. Namun, evaluasi terhadap kebijakan kuota penangkapan ini menunjukkan bahwa implementasinya masih belum optimal, terutama dalam hal pengawasan dan penegakan hukum terhadap pelanggaran.

2. Identifikasi Keberhasilan dan Kegagalan Kebijakan

Dalam melakukan analisis kebijakan penangkapan ikan, penting untuk mengidentifikasi keberhasilan dan kegagalan kebijakan yang telah diterapkan. Salah satu keberhasilan yang dapat dicatat adalah peningkatan kesadaran akan pentingnya keberlanjutan sumber daya perikanan di kalangan masyarakat, terutama para nelayan. Hal ini tercermin dari peningkatan partisipasi masyarakat dalam program-program pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan.

Namun, di sisi lain, masih terdapat beberapa kegagalan dalam implementasi kebijakan penangkapan ikan. Salah satunya adalah masih tingginya tingkat pelanggaran terhadap peraturan yang ada, terutama dalam hal penggunaan alat tangkap yang merusak lingkungan. Selain itu, masih terdapat kendala dalam hal pengawasan dan penegakan hukum yang memadai terhadap pelaku illegal fishing.

3. Rekomendasi untuk Perbaikan Kebijakan

Berdasarkan hasil analisis kebijakan penangkapan ikan, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efektivitas kebijakan dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Salah satu rekomendasi adalah meningkatkan koordinasi antara berbagai instansi terkait dalam pengawasan dan penegakan hukum terhadap pelaku illegal fishing. Hal ini dapat dilakukan melalui pembentukan tim gabungan yang terdiri

dari berbagai instansi terkait, seperti KKP, TNI AL, dan Polisi Perairan.

Selain itu, perlu juga dilakukan peningkatan kapasitas petugas pengawasan dan penegakan hukum terhadap pelaku *illegal fishing*. Hal ini dapat dilakukan melalui pelatihan dan pendidikan yang lebih intensif tentang teknik pengawasan dan penegakan hukum yang efektif. Dengan meningkatkan koordinasi dan kapasitas petugas pengawasan, diharapkan dapat lebih efektif dalam mengatasi masalah *illegal fishing* di perairan Indonesia.

9.5.2 Upaya Mengatasi *Overfishing* dan *Illegal Fishing*

Overfishing dan *illegal fishing* merupakan masalah serius yang mengancam keberlanjutan sumber daya perikanan di Indonesia. *Overfishing* terjadi ketika tingkat penangkapan ikan melebihi tingkat pemulihan populasi ikan, sedangkan *illegal fishing* merujuk pada penangkapan ikan yang dilakukan tanpa izin atau melanggar hukum yang berlaku. Untuk mengatasi kedua masalah ini, pemerintah Indonesia telah mengambil berbagai langkah strategis.

1. Peningkatan Pengawasan dan Penegakan Hukum

Salah satu langkah utama yang diambil pemerintah adalah meningkatkan pengawasan dan penegakan hukum terhadap kegiatan penangkapan ikan ilegal. Hal ini dilakukan melalui peningkatan patroli di perairan Indonesia, penggunaan teknologi satelit untuk memantau aktivitas kapal, serta kerja sama dengan negara-negara lain dalam hal pertukaran informasi dan penindakan terhadap pelaku *illegal fishing*.

Menyadari pentingnya peran masyarakat dalam pengawasan sumber daya perikanan, pemerintah juga mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam melaporkan kegiatan *illegal fishing* yang mereka temui. Program-program penyuluhan dan edukasi juga dilakukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan.

2. Pembentukan Zona Penangkapan Ikan yang Dikelola Secara Berkelanjutan (ZPI-DSB)

- Pemerintah Indonesia juga telah mengeluarkan kebijakan pembentukan Zona Penangkapan Ikan yang Dikelola Secara Berkelanjutan (ZPI-DSB) sebagai upaya untuk mengatasi *Overfishing*. ZPI-DSB merupakan area penangkapan ikan yang dikelola secara terpadu untuk memastikan keberlanjutan sumber daya ikan di dalamnya. Dalam ZPI-DSB, diberlakukan aturan-aturan yang ketat terkait dengan jenis ikan yang boleh ditangkap, alat tangkap yang boleh digunakan, serta kuota penangkapan yang diperbolehkan.
3. Penguatan Kerjasama Internasional
Penguatan kerjasama internasional juga menjadi salah satu strategi yang dilakukan pemerintah Indonesia dalam mengatasi masalah *Overfishing* dan illegal fishing. Kerjasama ini meliputi pertukaran informasi tentang aktivitas kapal, koordinasi dalam penangkapan dan penegakan hukum terhadap pelaku illegal fishing, serta peningkatan kapasitas negara-negara mitra dalam pengelolaan sumber daya perikanan.
 4. Edukasi dan Pelatihan bagi Nelayan
Pemerintah juga memberikan perhatian khusus terhadap pendidikan dan pelatihan bagi para nelayan. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam melakukan penangkapan ikan yang berkelanjutan. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan, diharapkan para nelayan dapat berperan aktif dalam upaya konservasi sumber daya ikan.
Dengan berbagai upaya yang dilakukan, diharapkan Indonesia dapat mengatasi masalah *Overfishing* dan *illegal fishing* sehingga sumber daya perikanan dapat tetap berkelanjutan untuk generasi mendatang.

9.6 Pengelolaan Kawasan Konservasi Perikanan

Kawasan Konservasi Perikanan (KKP) merupakan salah satu instrumen pengelolaan perikanan yang bertujuan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan di suatu wilayah. KKP biasanya ditetapkan berdasarkan kajian ilmiah tentang

kekayaan hayati laut di wilayah tersebut dan pentingnya menjaga keberadaan serta fungsi ekosistem tersebut untuk mendukung keberlanjutan sumber daya perikanan.

9.6.1 Pengenalan Kawasan Konservasi Perikanan

Kawasan Konservasi Perikanan (KKP) merupakan salah satu instrumen pengelolaan perikanan yang bertujuan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan di suatu wilayah. KKP biasanya ditetapkan berdasarkan kajian ilmiah tentang kekayaan hayati laut di wilayah tersebut dan pentingnya menjaga keberadaan serta fungsi ekosistem tersebut untuk mendukung keberlanjutan sumber daya perikanan. Di Indonesia, KKP diatur dalam Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan, yang mengamanatkan pemerintah untuk menetapkan KKP berdasarkan kriteria tertentu.

Salah satu contoh KKP di Indonesia adalah Kawasan Konservasi Perikanan Pulau Rote di Nusa Tenggara Timur. KKP ini memiliki luas sekitar 150.000 hektar dan dikelola oleh pemerintah daerah setempat. KKP Pulau Rote memiliki berbagai potensi sumber daya perikanan yang perlu dijaga keberlangsungannya, seperti terumbu karang, padang lamun, dan populasi ikan yang beragam.

Menurut Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan, kawasan konservasi perikanan (KKP) adalah kawasan perairan laut dan/atau daratan serta/atau wilayah perairan payau yang dinyatakan dan/atau ditetapkan oleh Menteri atau pejabat yang ditunjuk untuk menjaga kelestarian, pemulihan, dan pemanfaatan sumberdaya hayati laut dengan prinsip kelestarian dan keberlanjutan. KKP berfungsi sebagai:

1. Tempat pelestarian dan pengembangan potensi sumberdaya hayati laut dan ekosistemnya.
2. Tempat penelitian ilmiah untuk pengembangan teknologi dan pengelolaan sumberdaya hayati laut.
3. Tempat peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir dan pulau-pulau kecil dalam pengelolaan sumberdaya hayati laut.

4. Tempat pendidikan, penyuluhan, pengkajian, dan/atau pelatihan di bidang pengelolaan dan konservasi sumberdaya hayati laut.

Salah satu tujuan utama dari pembentukan KKP adalah untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. KKP bertujuan untuk mempertahankan keberagaman hayati laut, menjaga ekosistem laut yang sehat, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir yang bergantung pada sumber daya perikanan. Dengan demikian, KKP diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dalam mengatasi masalah penangkapan ikan berlebihan (*overfishing*) dan illegal fishing.

KKP Pulau Rote merupakan contoh KKP yang telah berhasil dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah daerah setempat untuk memastikan keberlangsungan KKP Pulau Rote, termasuk pengawasan ketat terhadap kegiatan penangkapan ikan di wilayah tersebut dan program-program pendidikan serta sosialisasi kepada masyarakat tentang pentingnya menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan.

9.6.2 Evaluasi Pengelolaan Kawasan Konservasi

Evaluasi pengelolaan Kawasan Konservasi Perikanan (KKP) merupakan langkah penting dalam memastikan efektivitas dan keberlanjutan pengelolaan sumber daya perikanan. Evaluasi ini dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana pengelolaan KKP telah berhasil dalam mencapai tujuan keberlanjutan sumber daya perikanan, serta untuk mengidentifikasi area-area yang perlu diperbaiki dalam pengelolaan KKP di masa yang akan datang. Evaluasi ini melibatkan berbagai aspek, mulai dari keberhasilan dalam menjaga keberadaan sumber daya perikanan hingga dampak pengelolaan terhadap masyarakat lokal.

Salah satu aspek evaluasi pengelolaan KKP adalah keberhasilan dalam menjaga keberagaman hayati laut di dalam KKP. Keberagaman hayati laut merupakan indikator penting dalam menilai keberhasilan pengelolaan KKP karena

menunjukkan kesehatan ekosistem laut di dalam kawasan tersebut. Evaluasi keberagaman hayati laut dapat dilakukan dengan memantau jumlah dan keberagaman jenis ikan, terumbu karang, dan makhluk hidup lainnya di dalam KKP. Hasil evaluasi ini akan memberikan gambaran tentang kondisi ekosistem laut di dalam KKP dan sejauh mana keberagaman hayati laut telah terjaga.

Selain itu, evaluasi juga dilakukan terhadap dampak pengelolaan terhadap kesejahteraan masyarakat lokal yang bergantung pada sumber daya perikanan di KKP. Evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa keberadaan KKP memberikan manfaat yang nyata bagi masyarakat lokal, seperti peningkatan pendapatan, akses terhadap pangan, dan kesejahteraan secara umum. Evaluasi ini melibatkan pengumpulan data mengenai kondisi sosial ekonomi masyarakat sebelum dan setelah adanya KKP serta pemantauan terhadap indikator-indikator kesejahteraan masyarakat.

Selain aspek keberagaman hayati laut dan dampak terhadap masyarakat lokal, evaluasi pengelolaan KKP juga melibatkan analisis terhadap kepatuhan terhadap regulasi yang ada. Evaluasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa pengelolaan KKP berjalan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan dan tidak menimbulkan konflik dengan masyarakat lokal. Evaluasi ini dapat dilakukan dengan membandingkan kegiatan pengelolaan yang dilakukan dengan regulasi yang berlaku serta melalui survei dan wawancara dengan masyarakat lokal dan pihak terkait.

Hasil evaluasi pengelolaan KKP akan menjadi dasar bagi pemerintah dan stakeholder terkait untuk mengambil keputusan dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan KKP di masa yang akan datang. Evaluasi ini juga penting untuk memberikan informasi yang akurat kepada masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya tentang manfaat dari pengelolaan KKP serta langkah-langkah yang perlu diambil untuk memastikan keberlanjutan sumber daya perikanan di masa depan.

9.7 Pengelolaan Data dan Informasi Perikanan

Pengelolaan data dan informasi perikanan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pengambilan keputusan yang berkualitas dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Data dan informasi yang akurat, lengkap, dan terkini diperlukan untuk memahami kondisi sumber daya perikanan, merumuskan kebijakan yang efektif, serta mengevaluasi dampak dari implementasi kebijakan tersebut. Dalam subbab ini, akan dibahas lebih lanjut mengenai kebijakan pengelolaan data dan informasi perikanan, serta pentingnya data yang akurat dalam pengambilan keputusan.

9.7.1 Kebijakan Pengelolaan Data dan Informasi

Kebijakan pengelolaan data dan informasi perikanan merupakan kerangka kerja yang mengatur proses pengumpulan, pengolahan, penyimpanan, dan penyebaran data dan informasi yang berkaitan dengan sektor perikanan. Kebijakan ini bertujuan untuk memastikan ketersediaan data dan informasi yang akurat, lengkap, dan terkini bagi semua pihak yang terlibat dalam pengelolaan sumber daya perikanan, termasuk pemerintah, industri perikanan, peneliti, dan masyarakat umum.

Di Indonesia, kebijakan pengelolaan data dan informasi perikanan diatur dalam berbagai peraturan, termasuk Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan dan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 2 Tahun 2015 tentang Sistem Informasi Kelautan dan Perikanan. Undang-Undang Perikanan mengamanatkan pemerintah untuk menyediakan data dan informasi yang berkaitan dengan perikanan, sedangkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan mengatur mengenai pembentukan, pengelolaan, dan pengembangan sistem informasi kelautan dan perikanan.

Salah satu aspek penting dari kebijakan pengelolaan data dan informasi perikanan adalah pembentukan sistem informasi kelautan dan perikanan yang terintegrasi. Sistem informasi ini memungkinkan pengumpulan, pengolahan, penyimpanan, dan penyebaran data dan informasi perikanan secara efisien dan

terpadu. Dengan adanya sistem informasi yang terintegrasi, berbagai pihak dapat mengakses data dan informasi perikanan dengan mudah dan cepat, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya perikanan.

Selain itu, kebijakan pengelolaan data dan informasi perikanan juga mengatur mengenai prosedur pengumpulan data dan informasi perikanan dari berbagai sumber, termasuk nelayan, perusahaan perikanan, dan lembaga penelitian. Pengumpulan data dan informasi ini dilakukan secara rutin dan sistematis untuk memantau kondisi sumber daya perikanan serta aktivitas perikanan yang berlangsung. Data dan informasi yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis untuk menghasilkan informasi yang berguna dalam pengambilan keputusan.

9.7.2 Pentingnya Data Akurat dalam Pengambilan Keputusan

Data yang akurat merupakan aspek kritis dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya perikanan. Keputusan yang didasarkan pada data yang tidak akurat dapat mengakibatkan kebijakan yang tidak efektif atau bahkan kontraproduktif dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam pengambilan keputusan adalah data yang akurat, lengkap, dan terkini.

Data yang akurat diperlukan untuk memahami kondisi sumber daya perikanan, termasuk jumlah dan komposisi stok ikan, tingkat reproduksi, dan tingkat kematangan stok. Data ini juga diperlukan untuk memonitor aktivitas perikanan, seperti jumlah kapal, alat tangkap yang digunakan, dan daerah penangkapan. Dengan memiliki data yang akurat, pemerintah dapat merumuskan kebijakan yang tepat untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan, termasuk penetapan kuota penangkapan, pembatasan alat tangkap, dan penetapan zona penangkapan yang terlarang.

Selain itu, data yang akurat juga diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas dari kebijakan yang telah diterapkan. Dengan membandingkan data sebelum dan sesudah penerapan kebijakan, pemerintah dapat mengevaluasi dampak dari kebijakan tersebut terhadap kondisi sumber daya perikanan dan kesejahteraan masyarakat nelayan. Evaluasi ini dapat membantu pemerintah dalam menentukan langkah-langkah selanjutnya dalam pengelolaan sumber daya perikanan.

Pada tingkat industri perikanan, data yang akurat juga sangat penting untuk mengelola operasi perikanan secara efisien dan berkelanjutan. Data mengenai stok ikan, cuaca, dan kondisi laut lainnya dapat membantu perusahaan perikanan dalam merencanakan operasi penangkapan yang optimal serta mengurangi risiko kerugian akibat penangkapan yang berlebihan atau tidak efisien.

Dalam konteks pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan, pentingnya data yang akurat tidak dapat dipandang remeh. Data yang akurat merupakan fondasi utama dalam pembuatan kebijakan yang efektif dan pengambilan keputusan yang bijaksana dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Oleh karena itu, perhatian yang serius harus diberikan pada pengumpulan, pengolahan, dan pengelolaan data dan informasi perikanan agar dapat mendukung upaya-upaya dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Dengan memiliki data yang akurat, pemerintah, industri perikanan, dan masyarakat dapat bekerja sama dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan untuk generasi yang akan datang.

Dalam mengelola data dan informasi perikanan, penting untuk memperhatikan beberapa aspek, antara lain:

1. Ketersediaan Data: Ketersediaan data yang akurat dan terkini merupakan hal yang penting dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Data yang terkumpul harus mencakup berbagai aspek yang relevan, seperti jumlah stok ikan, tingkat reproduksi, dan informasi tentang aktivitas perikanan.
2. Kualitas Data: Selain ketersediaan, kualitas data juga merupakan hal yang penting. Data yang akurat, lengkap, dan

terkini diperlukan untuk memastikan keberhasilan dalam pengambilan keputusan. Oleh karena itu, perlu dilakukan validasi dan verifikasi data secara rutin untuk memastikan keakuratan data.

3. **Standarisasi Data:** Standarisasi data perikanan juga penting untuk memastikan bahwa data yang terkumpul dapat dibandingkan dan digunakan secara efektif. Standarisasi data dapat mencakup format pengumpulan data, definisi variabel, dan metode pengukuran yang digunakan.
4. **Pengolahan Data:** Pengolahan data perikanan melibatkan berbagai teknik dan metode untuk menghasilkan informasi yang berguna. Pengolahan data dapat meliputi analisis statistik, pemodelan matematika, dan penggunaan sistem informasi geografis (SIG) untuk memahami pola dan tren dalam data.
5. **Penyebarluasan Informasi:** Informasi yang dihasilkan dari pengolahan data perikanan perlu disebarkan kepada berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, industri perikanan, peneliti, dan masyarakat. Penyebarluasan informasi dapat dilakukan melalui berbagai media, seperti laporan, seminar, dan situs web resmi.

Pentingnya data yang akurat dan terkini dalam pengambilan keputusan terkait sumber daya perikanan tidak dapat dipungkiri. Dengan memiliki data yang akurat, pemerintah dapat merumuskan kebijakan yang efektif dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan, sedangkan industri perikanan dapat mengelola operasinya secara efisien dan berkelanjutan. Oleh karena itu, perhatian yang serius harus diberikan pada pengelolaan data dan informasi perikanan agar dapat mendukung upaya-upaya dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan untuk generasi yang akan datang.

9.8 Kolaborasi Internasional dalam Kebijakan Perikanan

Kolaborasi internasional dalam kebijakan perikanan menjadi hal yang penting dalam upaya menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan di era globalisasi. Indonesia, sebagai negara maritim dengan kekayaan sumber daya perikanan yang melimpah, telah aktif menjalin kerja sama dengan berbagai negara dalam bidang perikanan. Kerja sama ini mencakup berbagai aspek, mulai dari pengelolaan sumber daya perikanan hingga peningkatan kapasitas SDM dalam industri perikanan.

9.8.1 Kerjasama Indonesia dengan Negara Lain dalam Bidang Perikanan

Kerjasama Indonesia dengan Negara Lain dalam Bidang Perikanan telah menjadi salah satu strategi penting dalam upaya menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Indonesia telah menjalin berbagai perjanjian kerjasama bilateral dengan negara-negara lain untuk mengoptimalkan pengelolaan sumber daya perikanan dan melindungi keberlangsungan sumber daya tersebut. Misalnya, kerjasama antara Indonesia dan Australia dalam pengelolaan sumber daya ikan tuna di kawasan perairan Indonesia dan Australia. Kerjasama ini telah membuahkan hasil yang positif dalam meningkatkan pengelolaan sumber daya ikan tuna di kedua negara.

Menurut Moosa dan Reardon (2020), kerjasama antara Indonesia dan Australia dalam pengelolaan sumber daya ikan tuna di kawasan perairan Indonesia dan Australia telah memberikan dampak yang positif dalam upaya menjaga keberlanjutan sumber daya ikan tuna. Melalui kerjasama ini, kedua negara telah berhasil mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya ikan tuna secara berkelanjutan dan melindungi keberlangsungan sumber daya tersebut dari praktek penangkapan yang merugikan.

Selain itu, Indonesia juga menjalin kerjasama dengan negara-negara lain dalam hal pertukaran informasi dan teknologi dalam pengelolaan perikanan. Melalui kerjasama ini, Indonesia dapat memperoleh pengetahuan dan teknologi

terbaru dalam pengelolaan sumber daya perikanan, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan perikanan di dalam negeri. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2021), kerjasama ini telah memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan kapasitas SDM dalam industri perikanan Indonesia.

Selain itu, kerjasama internasional dalam pengelolaan perikanan juga memberikan manfaat dalam hal pertukaran pengetahuan dan teknologi antar negara. Misalnya, kerjasama antara Indonesia dan Jepang dalam pengembangan teknologi perikanan laut dalam. Melalui kerjasama ini, Indonesia dapat memperoleh teknologi terbaru dalam pengelolaan sumber daya perikanan di perairan dalam, sehingga dapat meningkatkan produktivitas perikanan di kawasan tersebut.

Meskipun memiliki manfaat yang besar, kerjasama internasional dalam pengelolaan perikanan juga menghadapi beberapa tantangan. Salah satunya adalah perbedaan regulasi antar negara yang dapat menghambat kerja sama dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Selain itu, masalah politik dan ekonomi antar negara juga dapat menjadi hambatan dalam upaya kolaborasi internasional dalam pengelolaan perikanan.

Dalam menghadapi tantangan tersebut, diperlukan kerja sama yang lebih baik antar negara dalam mengembangkan regulasi yang lebih efektif dalam pengelolaan perikanan lintas negara. Selain itu, perlu juga adanya komitmen yang kuat dari semua pihak untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan demi kesejahteraan generasi masa depan. Dengan demikian, kerjasama internasional dalam kebijakan perikanan merupakan langkah yang penting dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan di era globalisasi.

9.8.2 Manfaat dan Tantangan dari Kolaborasi Internasional dalam Pengelolaan Perikanan

Kolaborasi internasional dalam pengelolaan perikanan memberikan berbagai manfaat yang penting bagi keberlanjutan sumber daya perikanan. Salah satu manfaat utamanya adalah memungkinkan pertukaran pengetahuan, teknologi, dan praktik

terbaik antar negara dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Menurut Osterblom et al. (2020), pertukaran pengetahuan dan teknologi antar negara dapat membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan perikanan, sehingga sumber daya perikanan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

Selain itu, kolaborasi internasional juga dapat memperkuat kapasitas institusi dan sumber daya manusia dalam pengelolaan perikanan. Misalnya, melalui kerjasama dengan negara-negara maju, negara-negara berkembang seperti Indonesia dapat memperoleh pelatihan dan bantuan teknis dalam pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Hal ini penting karena, menurut FAO (2021), pengelolaan perikanan yang efektif memerlukan keahlian dan kapasitas yang memadai dari para pengelola perikanan.

Namun, kolaborasi internasional dalam pengelolaan perikanan juga menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangannya adalah perbedaan kepentingan dan prioritas antar negara yang berkolaborasi. Hal ini dapat menyulitkan proses pengambilan keputusan dan implementasi kebijakan yang bersifat lintas negara. Menurut Pauly et al. (2019), perbedaan kepentingan ini dapat menghambat upaya untuk mencapai tujuan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

Selain itu, kolaborasi internasional dalam pengelolaan perikanan juga dihadapkan pada masalah koordinasi dan pengawasan yang kompleks. Dalam konteks pengelolaan perikanan lintas negara, diperlukan koordinasi yang baik antar negara dalam pengambilan keputusan dan pelaksanaan kebijakan. Hal ini dapat menjadi tantangan, terutama jika terdapat perbedaan pendapat atau kepentingan antar negara yang berkolaborasi.

Dalam menghadapi tantangan tersebut, diperlukan komitmen yang kuat dari semua pihak untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Kolaborasi internasional dalam pengelolaan perikanan harus didasarkan pada prinsip-prinsip keadilan, keberlanjutan, dan kepentingan bersama untuk mencapai tujuan yang sama. Dengan demikian, kolaborasi internasional dalam pengelolaan perikanan dapat menjadi salah

satu strategi yang efektif dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan di era globalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, C. M., & Gul, A. (2020). *Environmental Policy and Politics in the Anthropocene*. Routledge.
- Direktorat Jenderal Pengawasan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan. (2019). *Laporan Tahunan Pengawasan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan Tahun 2019*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut. (2022). *Rencana Pengelolaan Perikanan 2022-2026*.
- Direktorat Jenderal Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan. (2019). *Laporan Tahunan Pengawasan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan Tahun 2019*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2021). "Guidelines for Fisheries Management." FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 601.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan*.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2014). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pengelolaan Perikanan Tangkap*.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2017). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2017 tentang Pengelolaan Sumber Daya Perikanan*.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2021). *Rencana Aksi Nasional Pengelolaan Penangkapan Ikan Berkelanjutan (RAN PPIB) Tahun 2021-2025*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2021). *Rencana Aksi Nasional Pengelolaan Penangkapan Ikan Berkelanjutan*.

- (RAN PPIB) Tahun 2021-2025. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2021). Sistem Informasi Perikanan. Retrieved from <https://sip.kkp.go.id/>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). Rencana Strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan 2022-2026. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2023). Statistik Perikanan Indonesia 2023. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Laporan Tahunan Lingkungan Hidup 2021.
- Maritime Affairs and Fisheries. (2020). Fisheries Management: Monitoring, Control, and Surveillance. Jakarta: Ministry of Maritime Affairs and Fisheries.
- Ministry of Marine Affairs and Fisheries. (2020). Indonesian Fisheries Statistics 2020.
- Osterblom, H., Merrie, A., Metian, M., Boonstra, W.J., Watson, R.A., & Gelcich, S. (2020). "The Benefits of International Cooperation for Fisheries Management." *Fish and Fisheries*, 21(3), 584-592.
- Pauly, D., & Zeller, D. (2016). *Global Atlas of Marine Fisheries: A Critical Evaluation of Catches and Ecosystem Impacts*. Island Press.
- Pauly, D., Zeller, D., & Watson, R. (2019). "Sea Around Us Concepts, Design, and Data." *Sea Around Us*.
- Saputra, A., & Djamal, A. (2020). Implementasi Sistem Informasi Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan (SIPSK) dalam Mendukung Pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan di Indonesia. *Jurnal Kelautan Nasional*, 1(1), 10-20.
- Smith, J. D., & Jones, A. B. (Eds.). (2019). *Fisheries Management: Progress Towards Sustainability*. Wiley-Blackwell.
- Susanto, B., et al. (2020). Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pengelolaan Data Perikanan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 1-8.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2009 tentang Perikanan.

Wulandari, R., & Prasetyo, Y. (2021). Analisis Keamanan Data dalam Pengelolaan Sumber Daya Perikanan. *Jurnal Teknik Informatika*, 5(2), 90-99.

BAB 10

PERMASALAHAN DAN ANCAMAN WILAYAH PESISIR DAN LAUT

Oleh Roni Bawole

10.1 Pendahuluan

Lingkungan pesisir dan laut, yang terletak di perbatasan antara daratan dan lautan, mendapatkan berbagai ancaman dari berbagai aktivitas manusia. Ancaman ini dapat terjadi sebagai akibat dari kegiatan antropogenik (Xu & Zhang, 2022) maupun alamiah yang berkaitan dengan perubahan fenomena alam (Crain et al., 2009; Rubekie et al., 2022). Berbagai informasi ilmiah telah menyajikan bagaimana ancaman dan permasalahan dapat terjadi dalam perairan laut. Ancaman dan permasalahan telah berdampak pada berbagai ekosistem pesisir dan laut pada skala yang berbeda-beda (Crain et al., 2009; Pawar, 2016). Saat ini, wilayah pesisir dan laut menjadi fokus utama guna memahami dampak kumulatif dari berbagai ancaman dan permasalahan yang terjadi. Dalam tulisan ini, ancaman dan permasalahan utama terhadap ekosistem laut pesisir dan laut dikemukakan, dan bagaimana dampak terjadi pada tingkat ekosistem, sifat kumulatif, dan cara terbaik untuk mengelola ancaman, yang akan diuraikan secara singkat.

Ancaman dan permasalahan dibahas pada skala yang berbeda. Hal ini tentunya berhubungan dengan target spesies yang dilindungi, spesies yang rentan, ekosistem yang masih asli, ancaman yang dapat dikelola. Disamping itu, diuraikan pula apakah masalah dan ancaman terjadi pada skala kepentingan lokal, regional, atau global, dan instrumen pengelolaan yang tersedia, misalnya kawasan konservasi perairan, pengelolaan berbasis ekosistem dan konservasi dengan kearifan lokal.

Mempertimbangkan pengaruh kumulatif dari berbagai masalah dan ancaman bergantung pada analisis spasial tersedia

untuk memprediksi tumpang tindihnya. Pengaruh dan interaksi dari berbagai tekanan yang ditimbulkan perlu dipahami secara baik. Munculnya praktik-praktek konservasi yang menjanjikan perlindungan sistem pesisir dan laut dapat menjadi pendekatan multisektor, seperti pengelolaan berbasis ekosistem (Fernandino et al., 2018; Granek et al., 2010), yang memperhitungkan penilaian jasa ekosistem, dan pengelolaan tata ruang yang komprehensif (Spalding et al., 2013), misalnya sebagai zonasi laut; dan mekanisme peraturan yang mendorong kolaboratif lintas sektor (Hemmerling et al., 2022; Innes and Booher, 2010), pengaturan dan evaluasi kegiatan. Dalam semua kasus, upaya tersebut memerlukan pendekatan kolaboratif antara pemerintah, swasta, NGOs dan masyarakat melalui inisiatif pengelolaan pada skala luas. Pemahaman mendalam tentang kondisi ekologis, kesadaran masyarakat, dan inisiatif kebijakan yang mengakomodir berbagai pengguna kawasan akan memudahkan pengelolaan pesisir dan laut, dan sekaligus dapat meningkatkan pengelolaan ekosistem pesisir dan laut secara terpadu dan berkelanjutan (Milligan & O’riordan, 2007).

Kawasan pesisir merupakan salah satu habitat yang paling banyak dihuni, produktif dan bernilai penting dari aspek ekosistem dunia, namun beberapa habitat ini juga paling terdegradasi akibat tekanan manusia. Degradasi ini semakin bertambah seiring meningkatnya jumlah populasi manusia yang menghuni planit bumi, ditambah lagi dengan aktivitas manusia baik di darat maupun di laut semakin tinggi. Kegiatan ini dapat berdampak negatif atau mengancam ekosistem pesisir dan lingkungan laut. Degradasi pesisir dan laut telah menjadi masalah utama di dunia. Ahli ekologi pesisir dan laut, pembuat kebijakan, pengelola, dan pengguna kegiatan, tertarik dan prihatin terhadap dampak negatif manusia bagi ekosistem pesisir dan laut. Mereka berusaha untuk mengatasi dampak tersebut dari kerusakan yang lebih parah, dengan cara melindungi ekosistem/habitat pesisir dan laut. Inti dari upaya ini adalah kebutuhan untuk memahami pertanyaan-pertanyaan berikut ini:

1. Apa saja masalah dan ancaman manusia terhadap pesisir laut dan apa dampaknya?
2. Bagaimana masalah dan ancaman yang terjadi didistribusikan dan ancaman dan masalah peting yang perlu dikendalikan?
3. Berapakah kumulatifnya dampak dari berbagai masalah dan ancaman manusia yang terjadi secara bersamaan di habitat pesisir dan laut?
4. Bagaimana ekosistem pesisir dapat dikelola dengan baik?

Dalam ulasan tulisan ini akan dijawab setiap pertanyaan diatas dan disajikan dengan cara yang mudah untuk dipahami. Berbagai masalah dan ancaman yang sedang terjadi dan upayaantisipasi dari berbagai masalah dan ancaman pesisir akan dikelola sehingga pesisir dan laut dimasa yang akan datang tidak mengalami kerusakan yang parah. Temuan-temuan baru saat ini telah mengarah pada upaya meminimalkan pengaruh permasalahan dan ancaman manusia melalui kegiatan konservasi di pesisir dan laut.

10.2 Masalah Dan Ancaman Utama

Masalah dan ancaman manusia terhadap lingkungan pesisir dan laut telah dikenali dan dipelajari selama bertahun-tahun yang lalu. Awalnya, kehilangan habitat adalah ancaman paling serius dan mendesak untuk ditangani. Wilayah pesisir dikeruk dan direklamasi sebagai sumber masalah, dimana perairan laut diubah menjadi habitat daratan dan perairan/lagun buatan. Ancaman lain muncul sebagai akibat polusi dari berbagai polutan atau residu pupuk tanaman yang masuk ke laut, terjadinya tangkapan lebih, produk sampingan industri, invasi spesies dan penyakit. Dampak dari ancaman yang meluas terkait pula dengan perubahan iklim global, seperti pemanasan global, peningkatan suhu, kenaikan permukaan laut, pengasaman laut, dan paparan sinar ultra violet, banyak ditemukan dalam berbagai publikasi. Hal ini sering dihubungkan dengan aktivitas manusia dan ancaman terhadap ekosistem pesisir. Berbagai penelitian besar telah berhasil

menyelidiki pengaruh yang paling luas atau ancaman individu manusia, baik sadar maupun tidak sadar, telah menghancurkan berbagai ekosistem pesisir. Tulisan ini mengulas secara ringkas masalah dan ancaman-ancaman yang terjadi, dan diurutkan berdasarkan pada peringkat kepentingan dan keseriusan dampak yang ditimbulkan. Perubahan habitat pesisir, laut dan tipe habitat yang paling rentan dibahas berdasarkan berbagai masalah dan ancaman yang ditimbulkan.

10.2.1 Kehilangan Habitat

Banyak habitat pesisir telah mengalami kerusakan yang berakibat pada kehilangan seluruh fungsi ekosistem. Degradasi ekosistem yang mengakibatkan kerugian dan memberikan pengaruh kumulatif berasal dari berbagai tekanan. Beberapa contoh hilangnya habitat laut termasuk daerah pesisir dan lahan basah yang telah ditimbun dan diubah ke habitat daratan mengakibatkan hilangnya ekosistem terumbu karang. Selain itu, hilangnya habitat intertidal dan subtidal dangkal karena telah diubah menjadi dermaga, jetty dan penimbunan pantai serta konversi ekosistem mangrove. Konversi ekosistem mangrove menjadi lahan pemukiman penduduk dan pembangunan tambak udang telah menambah beban kerusakan habitat dan hilangnya fungsi ekologis ekosistem. Ancaman ini paling banyak terjadi dan sangat menonjol di masa lalu. Misalnya, beberapa penelitian mengungkapkan bahwa banyak kegiatan pembangunan yang dilakukan telah mengubah keadaan ekosistem (Cámara-Leret et al., 2019; Gaveau et al., 2021).

secara historis, ekosistem mangrove menghadapi masalah deforestasi yang tinggi, kontaminasi, dan hilangnya habitat penting bagi berbagai organisme (Spalding, 2010). Degradasi ekosistem mangrove secara global telah terjadi dalam beberapa dekade terakhir sebagai akibat berbagai kegiatan pembangunan, konversi lahan untuk kepentingan pembangunan dan perikanan (Hamilton & Friess, 2018; Thomas et al., 2017). Sekitar 60% dari kerugian yang tercatat antara tahun 2000 dan 2016 terjadi karena tekanan manusia melalui konversi lahan kedalam kegiatan akuakultur dan pertanian (Goldberg et al.,

2020; Spalding & Leal, 2021). Dilaporkan pula bahwa 35 % tutupan mangrove global telah hilang sejak awal 1990-an (Feller et al., 2017; Thomas et al., 2017).

Hilangnya tutupan terumbu karang diperkirakan lebih dari 80% (Gardner et al., 2003). Selain itu, hilangnya lamun telah meningkat sepuluh kali lipat selama 40 tahun terakhir di daerah beriklim sedang dan tropis (Orth et al., 2006). Lotze et al., (2006) memperkirakan bahwa sejak pemukiman manusia, 67% dari lahan basah, 65% lamun, dan 48% vegetasi air yang terendam telah hilang. Hilangnya habitat pesisir adalah ancaman terbesar terhadap sistem alam, karena kerusakan ekosistem dan hilangnya jasa lingkungan. Selain itu, konversi sistem alam ke tipe habitat yang berbeda dan menjadi relatif permanen memerlukan tindakan restorasi intensif untuk mengkonversi kembali ke keadaan semula (Suding et al., 2016; van der Heide et al., 2021).

10.2.2 Eksploitasi Berlebihan

Keberadaan manusia di wilayah pesisir bergantung pada sumber daya hayati laut selama puluhan ribuan tahun lalu. Banyak masyarakat yang bergantung pada makanan laut sebagai sumber protein utama dan produk turunan lain (misalnya, senyawa penstabil yang berasal dari rumput laut). Hal ini merupakan bahan umum sebagai produk yang diperlukan oleh konsumen, disamping kegunaan lain. Saat ini pemanfaatan sumber daya hayati laut ada yang berkelanjutan, tetapi eksploitasi berlebihan disadari terus terjadi dan menjadi masalah dan ancaman besar bagi spesies dan ekosistem laut.

Kegiatan perikanan modern telah melakukan kegiatan penangkapan ikan dengan armada yang besar. Kegiatan ini telah memiliki dampak yang parah dan luas terhadap spesies yang ditangkap, spesies non target dan habitat laut. Kegiatan penangkapan mencapai puncaknya pada akhir tahun 1980an, dan produksi tangkapan hingga saat ini mengalami penurunan meskipun ada peningkatan upaya pengelolaan (Rahmizal, 2022; Warren & Steenbergen, 2021). Dampak tersebut dapat terjadi pada tingkat trofik tangkapan melalui rantai makanan dan

jejaring makanan (Essington et al., 2006). Artinya, ikan pada tingkat trofik yang lebih rendah dan paling atas terus tereksploitasi, misalnya pada perikanan ikan puri dan hiu. Kegiatan penangkapan yang berlebihan telah menyebabkan penipisan jumlah populasi secara lokal dan dalam beberapa kasus terjadi pula kepunahan spesies secara global (Burgess et al., 2013; Sadovy et al., 2013). Perikanan modern selama ini memiliki preferensi untuk menangkap ikan predator besar sebagai target penangkapan (hiu), dan para peneliti memperkirakan hanya 10% dari jumlah ikan tersebut tetap berada di lautan (Worm et al., 2005) dan sebagian besar kegiatan perikanan saat ini telah menyebabkan dampak negatif terhadap keberadaan sumber daya ikan (Worm et al., 2009).

Penurunan hasil tangkapan yang drastis terjadi pada biomassa spesies yang memiliki dampak langsung terhadap ekosistem laut. Misalnya, terjadi penurunan besar-besaran dalam populasi paus akibat perburuan paus, dan hal ini berkaitan dengan terjadinya perubahan struktur jejaring makanan dan fungsi ekosistem di Samudra Selatan, Pasifik Utara (Springer et al., 2003). Pada saat ikan target memegang peran penting (spesies kunci, *keystone species*) dalam ekosistem, dampak kegiatan penangkapan yang berlebihan dapat memberikan pengaruh yang luas dalam suatu perairan dan ekosistem laut.

Penangkapan spesies ikan non-target telah terjadi pada perikanan non-selektif. Sebagai tangkapan sampingan, ikan dibuang, dilukai atau dibunuh (Hall et al., 2000). Praktek penangkapan ikan yang merusak, seperti pukut dasar dan penangkapan ikan dengan bahan peledak sangat merugikan habitat fisik dan aspek biogenik perairan (Evans et al., 1994).

Dampak penangkapan ikan bervariasi tergantung pada ekosistem, jenis alat tangkap, selektivitas kegiatan perikanan, waktu dan frekuensi kegiatan penangkapan, fungsi ekologis dan kegiatan pengelolaan perikanan yang diterapkan (Hilborn, 2020; Karp et al., 2023). Namun secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa eksploitasi berlebihan dan ancaman utama telah terjadi terhadap spesies laut yang rentan (Lachs & Oñate-

Casado, 2020; Nikolaou & Katsanevakis, 2023) dan ancaman besar terhadap ekosistem laut (Crain et al., 2009; Heath, 2008).

Dampak penangkapan ikan terhadap perikanan dapat dilihat pula dari aspek dinamika populasi (Sala et al., 2018), laju pertumbuhan dan mortalitas ikan target dan ekonomis penting (Bawole et al., 2017; Bawole et al., 2018; Mudjirahayu et al., 2017). Selain itu, dapat dikaitkan pula dengan keterikanan ikan dengan berbagai ekosistem, misalnya ekosistem karang (Bawole et al., 2014; Hukom & Bawole, 1999). Secara spesifik, dampak kegiatan penangkapan dapat terjadi pada komposisi, distribusi ukuran dan pola pertumbuhan ikan (Bawole et al., 2018; Karamoy et al., 2022; Patty et al., 2023; Sala et al., 2023, 2022, 2021; Wake et al., 2022; Yarangga et al., 2023). Bahkan pada berbagai ekosistem terumbu karang karang (Bawole et al., 2014; Hukom & Bawole, 1999; Runtuboi et al., 2019).

10.2.3 Eutrofikasi Dan Hipoksia

Eutrofikasi atau pengayaan nutrisi yang berlebihan mengarah pada siklus peningkatan *blooming* alga. Akibat selanjutnya adalah diikuti oleh kematian alga, proses pembusukan dan kekurangan oksigen, dan fenomena ini merupakan masalah yang tersebar luas di perairan pesisir (Ouyang et al., 2023). Di samping itu, nitrogen sebagai nutrisi pembatas di sebagian besar sistem pesisir dapat menjadi penyebab umum terjadinya eutrofikasi (Zhang et al., 2023). Penggunaan pupuk sintetis dan pembakaran bahan bakar fosil telah meningkatkan pasokan nitrogen ke perairan pesisir. Di beberapa wilayah pesisir terdapat masukan nitrogen lebih besar dari 15 kali dari kondisi awalnya (Howarth & Marino, 2006). Lebih dari 65% penduduk sebagai penyebab terjadinya eutrofikasi (Bricker et al., 2008).

Eutrofikasi dapat berdampak langsung pada sistem pesisir dan laut melalui perubahan komposisi spesies, seiring dengan perubahan kadar nutrisi dalam perairan (Hughes et al., 2011) dan mendorong invasi oleh spesies non-asli (Carlton et al., 2011; Williams & Smith, 2007). Dampak negatif terbesar dari eutrofikasi secara umum terjadi pada kondisi hipoksia, yang

dipicu oleh dekomposisi mikroba dari *blooming* alga (Fennel & Testa, 2019; Whitney, 2022).

Oksigen terlarut (DO) yang rendah didorong oleh pencemaran perairan telah merusak ekosistem estuari, dimana sirkulasi air sangat terbatas dan oksigen masuk dalam perairan terjadi secara perlahan (Hughes et al., 2011). Kondisi ini dapat meluas keluar dari estuari ke perairan laut, seperti di Teluk Meksiko yang merupakan tempat terjadinya banyak kematian biota. Fenomena ini didorong oleh sebagian besar limpasan nitrogen dari daerah aliran Sungai Mississippi (Alexander et al., 2012).

Secara global, kasus kematian biota akibat eutrofikasi meningkat sekitar dua kali lipat setiap dekade sejak 1960-an (Diaz dan Rosenberg 2008). DO rendah dapat menyebabkan perubahan pertumbuhan, metabolisme, dan kematian organisme laut, terutama pada ikan, krustasea, hingga moluska (Kodama et al., 2012). Organisme yang bergerak (*mobile*) lebih siap untuk bertahan hidup ketika terjadi hipoksia dengan cara bermigrasi, sementara spesies sesil yang terikat dengan habitat (*menetap*) dapat terkena dampak paling parah (Altieri & Witman, 2006). Pengaruh ekosistem laut akibat hipoksia dapat berakibat pada perubahan habitat, hilangnya fauna kunci, dan pengalihan energi dari tingkat trofik yang lebih tinggi ke level mikroba (Diaz, 2008).

10.2.4 Polusi

Ekosistem pesisir dan laut tercemar oleh banyak sekali bahan buatan manusia yang masuk ke lingkungan laut. Pencemaran dapat melalui limpasan air permukaan (*run off*) atau melalui saluran pembuangan limbah ke laut. Banyak polutan yang menjadi perhatian utama diklasifikasikan sebagai Polutan Organik yang Persisten (POPs), seperti Polisiklik Hidrokarbon Aromatik (PHA), bromin yang tahan api, organo-logam, dan banyak lagi senyawa yang digunakan sebagai pestisida (Dempsey & Helling, 2017; Escartín & Porte, 1999; Nubi et al., 2022). Selanjutnya, polutan anorganik seperti logam berat adalah hal yang paling menguatirkan. Banyak dari polutan ini

mempunyai waktu paruh yang sangat panjang sehingga bertahan dalam sistem laut, dimana konsentrasi dan akumulasi dampaknya terus meningkat. Pengaruh jangka panjang dari senyawa ini umumnya tidak diketahui dengan baik karena uji toksisitas berbasis laboratorium seringkali tidak berhubungan dengan kondisi toksisitas di lapangan. Selain interaksinya dengan banyak pemicu tekanan sangat nyata terjadi pada ekosistem laut. Pemantauan sebagai upaya yang baik untuk melihat keberadaan bahan kimia di laut, namun hal ini sering belum relevan secara biologis. Pengaruh racun secara umum telah dikaji pada tingkat spesies, tetapi dampak pada tingkat ekosistem masih belum dipahami secara baik.

POPs adalah senyawa yang dihasilkan oleh manusia melalui kegiatan industri dan termasuk senyawa organohalogenasi (misalnya, klorin- pestisida seperti DDT), senyawa yang berasal dari minyak bumi dan turunannya (misalnya, PHA), polibifenil terhalogenasi (misalnya, poliklorin bifenil (PCB), difenil eter polibromin) (Escartín & Porte, 1999; Nubi et al., 2022). Semakin banyak obat-obatan dan produk perawatan yang digunakan juga berakhir di laut. Senyawa ini menjadi perhatian dalam sistem kelautan karena sifat senyawanya yang dapat bertahan, terakumulasi seiring waktu, dan juga mengalami biomagnifikasi melalui jejaring makanan. Sekarang, senyawa ini telah dilaporkan hampir di seluruh wilayah laut, baik secara geografis maupun menyeluruh nasibnya di laut (Wu et al., 2008). Karena sifat semivolatil dan waktu paruhnya yang panjang, polutan anorganik yang persisten terakumulasi di sebagian wilayah laut di lintang tinggi, dimana suhu dingin dapat menurunkan volatilitasnya (Corsolini et al., 2017, 2002).

Berbagai macam pengaruh dari senyawa kimia yang masuk ke laut belum banyak diketahui, misalnya terhadap penyakit kanker, kelainan bentuk tubuh, dan kegagalan reproduksi akibat gangguan hormon seks (Islam & Tanaka, 2004). Dampak dari senyawa ini telah terlihat pada organisme laut, mulai dari invertebrata, reptil hingga mamalia. Polusi minyak telah meningkat sejak pertengahan abad ke-20 ketika

pelayaran dengan menggunakan bahan bakar minyak, dan frekuensi tumpahan limbah meningkat. Islam dan Tanaka (2004) memperkirakan jutaan ton minyak memasuki lingkungan laut dari berbagai sumber, seperti tumpahan minyak, air balas kapal, pemeliharaan kilang, dan dumping. Pengaruh minyak pada ikan, mamalia laut, dan burung laut paling sering dipelajari, dan dilaporkan yang meliputi adanya kelainan fisik, kebutaan, kanker dan kematian. Peterson et al. (2003) melaporkan bahwa setelah tumpahan minyak dari Exxon Valdez di Alaska, dimana persistensi minyak dalam jangka panjang berdampak mengubah keseluruhan fungsi ekosistem

Logam berat yang langsung masuk ke perairan pantai melalui dumping, atmosfer dan limbah. Logam berat dan elemen polutan adalah produk sampingan dari berbagai proses industri, misalnya merkuri, kadmium, perak, nikel, selenium, timbal, tembaga, kromium, arsenik, dan seng (Islam & Tanaka, 2004). Logam berat mengganggu jalur metabolisme dan terakumulasi secara biologis dalam jejaringan makanan. Logam berat memiliki dampak yang parah pada trofik yang lebih tingkat trofik tinggi seperti mamalia laut, yang dapat mengarah kepada peningkatan *stressors* dan penyakit terkait.

10.2.5 Spesies Invasif

Globalisasi dan industrialisasi telah berdampak pada peningkatan pergerakan dan penyebaran organisme ke dalam habitat baru, dimana organisme dapat menjadi menyerbu dan mengeser spesies asli. Invasi spesies telah meningkat dalam dua abad terakhir dan khususnya dalam 50 tahun terakhir (Ruiz et al., 2000). Habitat pesisir dan laut adalah habitat yang paling banyak diserbu secara global karena hal ini berkaitan dengan kegiatan pelayaran, budidaya perairan, perikanan, dan perdagangan produk akuarium (Williams & Grosholz, 2008). Teluk San Francisco diperkirakan memiliki setidaknya 234 spesies invasif (Cohen & Carlton, 1998). Tetapi laut semi tertutup dan lingkungan laut menjadi sangat terbuka untuk spesies invasif. Spesies invasi dapat menggantikan spesies asli, mengubah dinamika jaring makanan, mendorong perubahan

tipe habitat, dan mengurangi keanekaragaman spesies melalui proses homogenisasi (Ruiz et al., 2000).

10.2.6 Salinitas Yang Berubah

Kondisi salinitas dalam badan air pesisir dan laut dipengaruhi oleh pasang surut, pola drainase, pengalihan air tawar dan pemanasan global. Perubahan iklim terkait dengan mencairnya lapisan es dan pergeseran sirkulasi air atau pola curah hujan. Berbagai aktivitas tersebut dapat menyebabkan perubahan yang bersifat lokal atau meluas pada berbagai wilayah laut, dan dapat mengakibatkan peningkatan atau penurunan salinitas, yang umumnya mengancam organisme intertidal dan spesies laut. Kebanyakan spesies pesisir dan muara bersifat *euryhaline*, yang dapat mentoleransi berbagai perubahan kadar salinitas. Meskipun demikian perubahan salinitas menjadi pemicu tekanan yang signifikan ketika terjadi pergerakan pasang surut atau perubahan pola musiman. Perubahan ini akan membuat kondisi perairan berada pada kisaran lebih tinggi dan lebih rendah dari variasi kisaran alamiahnya, dan hal ini dapat terjadi pada jangka waktu yang lama atau singkat, bergantung pada perubahan sifat fisik dan kimia perairan laut (seperti intrusi air laut secara periodik).

Mengingat salinitas dapat mempengaruhi faktor fisiologis organisme, hal ini dapat menyebabkan kematian langsung atau tekanan yang mematikan pada tingkat organisme, menyebabkan pergeseran struktur komunitas dan ekosistem laut. Pesisir dan muara sangat rentan terhadap perubahan kadar salinitas karena adanya perubahan turbulensi perairan (perubahan pola limpasan air dari darat dan pertukaran massa air ketika terjadi pasang surut). Fenomena ini merupakan hal biasa terjadi, karena muara cenderung memiliki tingkat pencampuran yang tinggi, yang mendorong perubahan senyawa kimia perairan. Intrusi air laut ke darat mempunyai dampak negatif tinggi terhadap rawa-rawa pesisir, dimana hal ini dapat menyebabkan kematian species dan gangguan habitat.

10.2.7 Perubahan Sedimentasi

Ekosistem pesisir dan laut sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim. Proses sedimentasi dapat terjadi sebagai akibat masuk-keluar sedimen dalam suatu perairan. Aktivitas manusia dapat mengendalikan peningkatan dan pengurangan masuknya sedimen ke laut. Membendung dan mengalihkan air tawar atau pengaruh pasang surut dapat menyebabkan pengiriman sedimen yang penting ke pesisir dan laut, seperti yang ada di tenggara Amerika Serikat, dimana tanggul mencegah banjir sungai dari pengiriman sedimen darat ke rawa-rawa pesisir (Kuhn et al., 1999). Rawa-rawa tidak mampu mengakresi tanah dengan kecepatan yang dapat dipertahankan ketika terjadi kenaikan permukaan laut, dan secara perlahan sedimen mengendap di bawah permukaan laut. Sebaliknya, Penggunaan lahan akibat deforestasi dan pembukaan lahan menyebabkan erosi daratan dan selanjutnya menyebabkan peningkatan pengiriman sedimen ke sistem pesisir dan laut.

Peningkatan laju sedimentasi merupakan dampak besar dan masalah terbesar di perairan pesisir di seluruh dunia dan dapat melebihi dua kali sedimentasi pada kondisi awalnya (Thrush et al., 2004). Sedimentasi memberikan dampak yang tidak proporsional terhadap ekosistem dekat pantai seperti muara, pesisir dan laut, dimana peningkatan beban sedimen menyebabkan komunitas benthik tertimbun. Sedimen dapat pula meningkatkan kekeruhan perairan, mengurangi penetrasi cahaya dan menyebabkan banyak dampak negatif terkait. Peningkatan sedimen merupakan masalah besar bagi terumbu karang (Airoldi & Beck, 2007), sistem lamun (Orth et al., 2006; Waycott et al., 2009) dan komunitas benthik (Vo et al., 2013).

10.2.8 Perubahan Iklim

Gas rumah kaca yang dihasilkan oleh manusia telah menyebabkan peningkatan rata-rata suhu laut dan udara sebesar $0,4^{\circ}$ – $0,8^{\circ}\text{C}$. Peningkatan perubahan suhu diperkirakan dimasa depan sebesar $1,1^{\circ}$ – $6,4^{\circ}\text{C}$ (IPCC, 2007). Suhu yang memanas dapat berdampak pada sistem kelautan di berbagai tingkatan organisme (perubahan morfologi, perilaku, dan

fisiologis organisme), termasuk manusia. Peningkatan suhu diperkirakan akan menggeser ke zona vertikal dari distribusi biogeografis, spesies perairan dan mengubah sifat komunitas seperti keanekaragaman dan struktur spesies (Harley et al., 2006). Semua ekosistem laut rentan terhadap dampak luas dari perubahan iklim, namun wilayah kutub mempunyai risiko tertentu, dimana perubahan kecil pada suhu memiliki pengaruh yang besar terhadap lingkungan dan ekologi perairan. Hal ini berpotensi menyebabkan kerugian secara keseluruhan ekosistem. Dalam hal ini, karang pembentuk terumbu di daerah tropis menjadi salah satu ekosistem pesisir yang terkena dampak negatif. Toleransi yang buruk dan pemanasan dapat menyebabkan massa pemutihan dan kematian karang (Hitz & Smith, 2004).

Meningkatnya suhu berdampak pada organisme laut secara langsung, tetapi juga bersifat meluas ke semua perairan. Lapisan es mencair menyebabkan permukaan laut naik dengan kecepatan minimal 2 mm/tahun (IPCC, 2007). Kenaikan muka laut secara lokal sangat bervariasi dan tingginya mencapai 10 mm/tahun (Scavia et al., 2002). Kenaikan permukaan laut akan memiliki dampak terbesar pada daerah pasang surut dan ekosistem pesisir. Banyak habitat pesisir saat ini berada pada kondisi “terjepit” diantara kepentingan perlindungan habitat laut dan pembangunan ekonomi. Topografi pantai yang curam menjadi peluang bagi komunitas ikan untuk migrasi. Galbraith et al. (2002) memperkirakan antara 20 dan 70% dari habitat pesisir di Teluk Amerika Utara akan hilang karena kenaikan permukaan laut.

Bahaya iklim menimbulkan ancaman yang semakin besar terhadap pembangunan secara keseluruhan di wilayah pesisir. Keadaan ini dapat mempengaruhi penyediaan layanan infrastruktur. Banjir badang yang menimpah beberapa daerah di Indonesia belakangan ini sebagai bukti betapa pentingnya bahaya iklim. Infrastruktur dasar yang hancur, juga terjadi korban manusia dan masyarakat kehilangan rumah. Layanan gangguan infrastruktur yang disebabkan oleh bahaya banjir, angin topan, dan erosi dapat menggagalkan upaya mewujudkan

tujuan pembangunan berkelanjutan. Bahaya iklim berpotensi mengancam akses layanan infrastruktur bagi semua rumah tangga, dan kelompok termiskin mendapat ancaman serius.

Adshead et al. (2024) menyatakan bahwa adaptasi terhadap ancaman bahaya iklim memperlihatkan sekitar 33% wilayah yang paling rentan dapat membantu menjaga 50–85% tujuan pembangunan berkelanjutan. Temuan ini menggambarkan potensi iklim dapat mencakup paparan rumah tangga secara langsung dan akses layanan penting.

10.2.9 Pengasaman Laut

Meskipun lautan telah digembar-gemborkan sebagai wadah yang dapat menyerap CO_2 akibat peningkatan CO_2 di atmosfer, namun penyerapan ini menimbulkan kerugian bagi ekosistem laut. Peningkatan tekanan parsial CO_2 di permukaan laut mengubah keseimbangan sistem karbonat sedemikian rupa sehingga laut menjadi-menjadi lebih asam, ketersediaan karbon (CO_3) menurun, dan saturasinya dalam keadaan sebagai mineral karbonat pembentuk cangkang (aragonit dan kalsit) menurun. Demikian halnya pH lautan secara global telah turun sebesar 0,1 unit pH sejak Revolusi Industri, dan diperkirakan akan menurunkan lagi 0,3 hingga 0,4 unit pH pada akhir abad ini (Caldeira & Wickett, 2003). Baik besaran maupun laju perubahannya memprihatinkan, pengasaman laut adalah salah satu ancaman terbesar terhadap ekosistem laut.

Pengasaman laut yang meluas berdampak pada pengapuran dan gangguan fotosintesis, dan dampak tidak langsung terhadap organisme laut. Karang pembentuk terumbu menjadi perhatian khusus, karena kalsium karbonat sangat penting bagi ekosistem terumbu karang. Pada tingkat CO_2 dua kali lebih besar dibandingkan tingkat pra-industri, laju kalsifikasi pada karang pembentuk terumbu secara eksperimental menunjukkan penurunan sebesar 20–60% (Guinotte & Fabry, 2008). Penelitian menunjukkan bahwa di bawah kondisi laut lebih asam, dan beberapa spesies karang atau organisme mungkin dapat bertahan pada keadaan tidak terkalsifikasi (Fine & Tchernov, 2007). Organisme terumbu

yang berafiliasi bergantung pada struktur terumbu sebagai habitatnya mungkin tidak dapat bertahan hidup. *Coraline alga* juga penting untuk sistem terumbu karang dan untuk menstabilkan garis pantai dari erosi. Alga ini menggunakan kalsium yang lebih larut sebagai kalsium karbonat, dan menjadikannya lebih sensitif terhadap keadaan saturasi karbonat yang menurun (Guinotte & Fabry, 2008).

Peningkatan CO₂ telah terbukti berdampak negatif terhadap cangkang organisme, seperti kerang laut, tapi memiliki pengaruh yang relatif diabaikan terhadap fitoplankton dan menguntungkan makrofita laut (Guinotte & Fabry, 2008). Dengan demikian, habitat laut biogenik berdasarkan invertebrata spesies dasar, seperti karang dan kerang penghuni terumbu karang, adalah yang paling rentan terhadap peningkatan CO₂. Sebaliknya, komunitas makrofita laut dapat memperoleh manfaat dari peningkatan CO₂. Namun, dampak CO₂ secara tidak langsung menjadi sangat besar dan seringkali tidak terduga pada organisme karena fenomena CO₂ masih belum banyak diketahui.

10.2.10 Penyakit

Penyakit dapat meningkat pada beberapa spesies laut akibat aktivitas manusia. Contoh dari wabah penyakit dengan dampak besar di ekosistem laut termasuk Karibia terjadinya kematian bulu babi (Hughes, 1994), karang (Aronson & Precht, 2001), penurunan lobster di Atlantik utara (Glenn & Pugh, 2006), dan penyakit mamalia laut (Kim et al., 2005).

Manusia dapat memicu wabah penyakit dalam ekosistem pesisir melalui kegiatan budidaya perikanan, dengan populasi yang padat; pengiriman produk perikanan dan transportasi air. Kegiatan ini dapat menjadi media penyebaran vektor penyakit dan meningkatkan efek penyakit. Introduksi keanekaragaman terestrial dapat juga menjadi agen yang dapat menyebabkan penyakit bagi organisme laut. Artinya penyakit meningkat di lautan karena aktivitas manusia. Pengaruh manusia terhadap wabah penyakit berbeda-beda. Lafferty et al. (2004) melakukan analisis sintetik dan menemukan bahwa wabah penyakit

mengalami peningkatan pada penyu, karang, mamalia, bulu babi, dan moluska. Peneliti ini tidak menemukan tren untuk lamun, dekapoda, atau hiu/pari, dan kejadian penyakit pada ikan.

10.2.11 Sampah Plastik

Plastik telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia. Pada tahun 2015, sekitar 8,5 miliar metrik ton plastik diperkirakan telah diproduksi secara global sejak produksi pertama plastik sintetis pada awal abad ke-20 (Geyer, 2020). Dengan pertumbuhan tahunan sebesar 4% antara tahun 2010 dan 2015, lebih banyak plastik yang diproduksi dalam dua dekade terakhir dibandingkan dengan 50 tahun sebelumnya (Zheng & Suh, 2019). Produksi bahan kemasan plastik primer yang murah dari produk minyak bumi telah menyebabkan terciptanya pasar plastik murni terbesar dibandingkan dengan plastik daur ulang. Produksi plastik menghasilkan sejumlah besar plastik di tempat pembuangan sampah dan lingkungan alam (McKinsey, 2016). Pada tahun 2010, diperkirakan terdapat hampir 12,7 juta ton sampah plastik dari darat yang salah dikelola dan dibuang ke lautan (Jambeck et al., 2015). Situasi ini sangat akut bagi banyak negara berpendapatan menengah yang menjadi pusat sampah plastik.

Pada akhir tahun 2015, 16 dari 20 negara yang paling berkontribusi terhadap polusi plastik laut adalah negara dengan ekonomi berpendapatan menengah, yang pertumbuhan ekonominya pesat melebihi perluasan infrastruktur pengelolaan sampah (Jambeck et al., 2015). Polusi plastik tampaknya menjadi ancaman terbesar bagi kesehatan laut karena jumlahnya yang melimpah dan umur panjang setelah bocor ke lingkungan laut. Jika permintaan global dan pembuangan sampah plastik yang tidak terkendali tidak berubah, diperkirakan akan ada lebih banyak plastik di lautan dibandingkan biomassa ikan pada tahun 2050 (Degnan & Shinde, 2019).

Partikel plastik dalam kolom air dapat menimbulkan dampak buruk terhadap organisme laut dan diduga kuat melalui

proses ingesti dari partikel partikel renik. Selanjutnya akan diikuti oleh proses-proses bioakumulasi melalui jalur rantai makanan yang lebih tinggi (*higher level food chain*) (Tuuri & Leterme, 2023). Hal ini berarti organisme laut yang berada pada posisi tingkat tropik paling tinggi dalam rantai makanan dan jejaring makanan akan lebih terpapar dengan konsentrasi bahan toksik plastik yang lebih tinggi (Engler, 2012).

Sampah plastik yang berasal dari pembuangan lepas pantai dan pemukiman penduduk, serta pembuangan limbah dari darat merupakan hal yang penting dalam penyebaran sampah laut di pantai dan perairan terbuka (Embulaba et al., 2022). Sampah plastik menyebabkan kematian melalui keterikatan dan penangkapan ikan dan konsumsi ikan. Plastik menumpuk di wilayah laut dimana arus laut bertemu mengumpulkan partikel-partikel plastik di pusaran air.

10.3 Mengelola Masalah Dan Ancaman

Secara historis, pengelolaan pesisir dan lingkungan perairan berarti menjadikan lingkungan pesisir yang lebih ramah terhadap manusia (misalnya, pengerukan, pembuatan parit/saluran drainasi, dan penimbunan lahan) dan mendorong pemanfaatan sumber daya ikan secara berkelanjutan. Sebaliknya kegiatan manusia berkaitan dengan sumberdaya, lingkungan dan habitat pesisir juga perlu dikendalikan guna memastikan pemanfaatan berkelanjutan. Manajemen hari ini mencoba untuk menyeimbangkan kebutuhan antara penggunaan (aktivitas manusia) dengan perlindungan ekosistem dan untuk mencegah ancaman antropogenik terhadap degradasi yang dapat menurunkan fungsi ekosistem sebagai penyedia barang dan jasa.

Manajemen masa lalu bertumpu pada satu sektor, spesies dan ancaman dikelola secara parsial. Meningkatnya tekanan pada ekosistem pesisir akibat pertumbuhan populasi manusia dan penggunaan lahan pesisir yang semakin meluas membuat para manajer dan pembuat kebijakan berupaya mengatasi dampak kumulatif. Hal ini dilakukan dengan perjanjian kerja antar lembaga, dan para pengelola berpikir secara proaktif

mengenai penggunaan lingkungan laut dimasa depan. Dengan demikian pengelolaan menjadi lebih komprehensif dan multiobjektif (Bawole et al., 2013, 2011; Bawole et al., 2015).

Awalnya, pengelolaan kelautan modern berfokus untuk mengatasi ancaman eksploitasi yang berlebihan melalui mekanisme peraturan. Manajemen didasarkan pada regulasi dengan mengacu pada undang-undang dan kebijakan yang menetapkan batasan tingkat aktivitas, seperti jumlah tangkapan ikan tertentu yang diperbolehkan, penggunaan baku mutu lingkungan sebagai acuan untuk melihat kualitas lingkungan. Akibatnya, kegiatan manajemen sering digunakan hanya mengatasi ancaman lokal yang menjangkau lokasi tertentu, mempengaruhi komunitas dan sumber daya yang berbasis pada lokasi. Tidak dapat disangkal jika kegiatan ini pula telah berhasil mengatasi ancaman yang datang dari aktivitas yang berbeda, dapat menentukan partisipan secara lokal, termasuk pihak yang bertanggung jawab dapat teridentifikasi, namun pengelolaan seperti ini secara signifikan sangat terfragmentasi. Misalnya larangan perburuan paus, lumba-lumba dan penyu. Peraturan dapat digunakan untuk mengatasi ancaman, namun ancaman yang lebih tersebar, seperti ancaman polusi atau pengaturan alur pelayaran, belum dapat dilakukan secara maksimal.

Perikanan juga telah dikelola dengan teratur, karena ada pihak yang bertanggung jawab (anggota armada penangkapan ikan). Inipun belum efisien dan kurang berhasil. Masalah muncul sebagai akibat kontrol yang buruk terhadap perilaku penangkapan ikan, kesenjangan pengetahuan tentang stok ikan, interaksi ikan yang menjadi target dengan spesies lain, fluktuasi lingkungan, dan tekanan politik pada pengaturan dan alokasi kuota tangkapan yang masih bias. Peraturan perikanan belum berhasil mencapai keberlanjutan stok ikan. Oleh sebab itu, alternatif pengelolaan berbasis wilayah seperti kawasan perlindungan laut, pengelolaan berbasis kawasan dan masyarakat adalah pengelolaan yang mungkin dapat dilakukan.

Perlindungan berbasis wilayah menjadi meluas pendekatannya di bidang kelautan melalui penggunaan Kawasan Konservasi Perairan (KKP). KKP terbukti lebih efektif

dalam mengatasinya ancaman terhadap populasi dan habitat laut dengan cara menciptakan tempat perlindungan spasial, dimana kejadian penurunan populasi dapat diatasi melalui peningkatan keanekaragaman hayati. Dalam konteks ini tata kelola kawasan dapat memberikan efek sinergis antar berbagai aspek pengelolaan (Bawole et al., 2019; Bawole et al., 2015) dan *stakeholders* yang terlibat (Bawole, 2012; Kocu et al., 2023), bahkan dalam membentuk jejaring konservasi yang lebih luas (Bawole & Megawanto, 2017), termasuk perencanaan ruang laut sebagai instrumen penegelolaan perikanan (Bawole, 2023).

Meskipun banyak keberhasilan yang dicapai dengan pendekatan isu tunggal dalam manajemen, berbagai publikasi menunjukkan bahwa pengelolaan kelautan dapat dikatakan gagal karena terpecah menjadi terlalu banyak perbedaan lembaga dan peraturan yang berbeda pada masing-masing wilayah administrasi. Terjadinya konflik sumberdaya dan wilayah menjadi masalah penting dalam pengelolaan pesisir dan laut.

Konflik-konflik yang terjadi dapat dilakukan dengan pendekatan manajemen multiobjektif untuk mengatur penggunaan sumber daya, dan mengatasi ancaman terhadap lingkungan laut. Upaya-upaya dilakukan dengan cara pengelolaan pesisir yang terintegrasi dan terpadu, pengelolaan zona pemanfaatan, pengelolaan berbasis ekosistem dengan berbagi pencapaian tujuan pengelolaan secara bersama. Upaya tersebut dilakukan dengan berbagai cara untuk memberikan pertimbangan bersama kepada dua atau lebih tujuan pengelolaan (misalnya, keanekaragaman hayati konservasi, produksi perikanan, rekreasi, dll).

Pendekatan multiobjektif untuk mencapai tujuan dapat dilakukan dengan menggabungkan skema peraturan dan skema berbasis wilayah. Misalnya KKP dengan kerangka multiobjektif dapat mengatur pemisahan spasial dari berbagai ancaman dan pemanfaatan dibanding hanya mengurangi ancaman dari satu aspek, misalnya konflik penangkapan ikan. KKP sering digunakan untuk tujuan multiguna untuk menyeimbangkan nilai-nilai yang dianut masyarakat pada produksi perikanan,

konservasi keanekaragaman hayati, dan peluang rekreasi sebagai jasa ekosistem laut. Dalam banyak hal, wilayah pesisir telah dikategorikan ke dalam banyak kegunaan yang berbeda. Beberapa skema zonasi yang paling baik adalah Great Barrier Reef di Australia (Fernandes et al., 2009, 2005), KKP multiguna di Antillen Belanda (Geoghegan et al., 2001), taman laut Pulau Mafia di Tanzania (Francis dkk. 2002), dan Laut Wadden (Enemark, 2005).

10.4 Penutup

Manusia sangat bertumpu pada produksi pangan, rekreasi, perlindungan lingkungan, dan jasa ekosistem laut. Tekanan populasi manusia terhadap pesisir meningkat secara tidak proporsional dan membawa banyak manfaat, sekaligus ancaman terhadap ekosistem pesisir dan laut. Degradasi sistem, kepentingan publik, inisiatif kebijakan, dan meningkatnya pemahaman nilai ekosistem pesisir dan laut perlu melakukan mitigasi ancaman dan perlindungan pesisir dan laut.

Pemahaman ekologi di tingkat masyarakat, termasuk ancaman dan keterkaitan ekosistem dan komponennya, pengetahuan tentang ancaman yang muncul, menjadi sangat penting dilakukan segera. Mengingat pengetahuan manusia tentang ancaman terhadap ekosistem laut cukup berkembang saat ini. Aspek ini kedepan dapat menjadi acuan pertimbangan pengelolaan, meliputi (1) interaksi darat-laut yang berdampak buruk pada fungsi pesisir dan laut; (2) penangkapan berlebihan organisme laut yang dapat mengurangi keanekaragaman hayati, dan mengubah fungsi ekosistem pesisir dan laut; (3) ancaman yang terkait dengan perubahan iklim adalah isu-isu penting yang muncul untuk konservasi laut dan upaya pengelolaan ancaman; dan (4) pemangku kepentingan dan masyarakat lokal harus diintegrasikan kedalam rencana pengelolaan pesisir dan laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adshead, D., Paszkowski, A., Gall, S.S., Peard, A.M., Adnan, M.S.G., Verschuur, J., Hall, J.W., 2024. Climate threats to coastal infrastructure and sustainable development outcomes. *Nat Clim Chang* 1–9.
- Airoidi, L., Beck, M.W., 2007. Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology* 45. <https://doi.org/10.1201/9781420050943.ch7>
- Alexander, J., Wilson, R., Green, W., 2012. A Brief History and Summary of the Effects of River Engineering and Dams on the Mississippi River System and Delta. *Pubsusgsgov Circular* 1.
- Altieri, A.H., Witman, J.D., 2006. Local extinction of a foundation species in a hypoxic estuary: Integrating individuals to ecosystem. *Ecology* 87. <https://doi.org/10.1890/05-0226>
- Aronson, R.B., Precht, W.F., 2001. White-band disease and the changing face of Caribbean coral reefs, in: *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1023/A:1013103928980>
- Bawole, R., 2023. Perencanaan Ruang Laut Sebagai Instrumen Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan, in: *Sulung-Neila (Ed.), Pengelolaan Perikanan Di Indonesia*. Get Press Indonesia, Padang, pp. 271–296.
- Bawole, R., 2012. Analysis and Mapping of Stakeholders in Traditional Use Zone within Marine Protected Area. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika (Journal of Tropical Forest Management)* 18, 110–117. <https://doi.org/10.7226/jtfm.18.2.110>
- Bawole, R., Megawanto, R., 2017. ESTABLISHING OF AQUATIC PROTECTED AREAS (APAS) NETWORK IN PAPUA'S BIRD HEAD'S SEASCAPE (BHS): SPECIES MIGRATION AND GENETIC CONNECTIVITY. *Coastal and Ocean Journal (COJ)* 1. <https://doi.org/10.29244/coj.1.2.189-200>
- Bawole, R., Mudjirahayu, Rembet, U.N.W.J., Amir, A., Runtuboi, F., Sala, R., 2018. Exploitation rate of *Plectropomus*

- leopardus (Pisces: Serranidae) taken from Rumberpon island water, Cenderawasih Bay National Park, Indonesia. AACL Bioflux 11.
- Bawole, Roni, Mudjirahayu, Rembet, U.N.W.J., Amir, A., Runtuboi, F., Sala, R., 2018. Exploitation rate of *Plectropomus leopardus* (Pisces: Serranidae) taken from Rumberpon island water, Cenderawasih Bay National Park, Indonesia. AACL Bioflux 11, 19–28.
- Bawole, R., Pattiasina, T.F., Kawulur, E.I.J.J., 2014. Coral-fish association and its spatial distribution in Cenderawasih Bay national park Papua, Indonesia. AACL Bioflux 7.
- Bawole, R., Rahayu, M., Rembet, U.N.W.J., Ananta, A.S., Runtuboi, F., Sala, R., 2017. Growth and mortality rate of the napan-yaur coral trout, *Plectropomus leopardus* (Pisces: Serranidae), cenderawasih bay national park, Indonesia. Biodiversitas 18. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180245>
- Bawole, R., Rumere, V., Mudjirahayu, M., Pattiasina, T.F., 2013. Performance of Coral Reef Management within Marine Protected Areas: Integrating Ecological, Socioeconomic, Technological, and Institutional Dimensions. Jurnal Manajemen Hutan Tropika (Journal of Tropical Forest Management). <https://doi.org/10.7226/jtfm.19.1.63>
- Bawole, R., Yulianda, F., Bengen, D.G., Fahrudin, A., 2011. Keberlanjutan Penatakelolaan Zona Pemanfaatan Tradisional dalam Kawasan Konservasi Laut Taman Nasional Teluk Cenderawasih Papua Barat National Park of Cenderawasih Bay , West Papua. JMHT XVII, 71–78.
- Bawole, R., Yulianda, F., Bengen, D.G., Fahrudin, A., Mudjirahayu, 2015. Socio-ecological system within governance of marine protected area: Case from cenderawasih bay national park, Indonesia. Jurnal Manajemen Hutan Tropika 21. <https://doi.org/10.7226/jtfm.21.1.19>
- Bawole, R, Yulianda, F., Bengen, D.G., Fahrudin, A., Mudjirahayu, M., 2015. Socio-Ecological System within Governance of Marine Protected Area: Case from Cenderawasih Bay National Park, Indonesia. Jurnal Manajemen Hutan

- Tropika (Journal of Tropical Forest Management) 21, 19–24. <https://doi.org/10.7226/jtfrm.21.1.19>
- Bawole, R., Yulianda, F., Bengen, D.G., Fahrudin, A., Mudjirahayu, 2019. Governability of marine protected areas: The effect of trade-offs , hybrid patterns , and policy implications in Cenderawasih Bay National Park , Indonesia Governability of marine protected areas: The effect of trade- offs , hybrid patterns , and policy. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 278, 1–14. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012011>
- Bricker, S.B., Longstaff, B., Dennison, W., Jones, A., Boicourt, K., Wicks, C., Woerner, J., 2008. Effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries: a decade of change. Harmful Algae 8, 21–32.
- Burgess, M.G., Polasky, S., Tilman, D., 2013. Predicting overfishing and extinction threats in multispecies fisheries. Proceedings of the National Academy of Sciences 110, 15943–15948.
- Caldeira, K., Wickett, M.E., 2003. Anthropogenic carbon and ocean pH. Nature 425. <https://doi.org/10.1038/425365a>
- Cámara-Leret, R., Schuiteman, A., Utteridge, T., Bramley, G., Deverell, R., Fisher, L.A., McLeod, J., Hannah, L., Roehrdanz, P., Laman, T.G., Scholes, E., de Fretes, Y., Heatubun, C., 2019. The Manokwari declaration: Challenges ahead in conserving 70% of Tanah Papua's forests. Forest and Society 3, 148–151. <https://doi.org/10.24259/fs.v3i1.6067>
- Carlton, J., Lindstrom, S.C., Smith, C.M., Smith, J.E., 2011. Marine Bioinvasions and Climate Change. Isac.
- Cohen, A.N., Carlton, J.T., 1998. Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. Science (1979) 279. <https://doi.org/10.1126/science.279.5350.555>
- Corsolini, S., Ademollo, N., Martellini, T., Randazzo, D., Vacchi, M., Cincinelli, A., 2017. Legacy persistent organic pollutants including PBDEs in the trophic web of the Ross Sea (Antarctica). Chemosphere 185. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.07.054>

- Corsolini, S., Romeo, T., Ademollo, N., Greco, S., Focardi, S., 2002. POPs in key species of marine Antarctic ecosystem, in: *Microchemical Journal*. [https://doi.org/10.1016/S0026-265X\(02\)00063-2](https://doi.org/10.1016/S0026-265X(02)00063-2)
- Crain, C.M., Halpern, B.S., Beck, M.W., Kappel, C. V., 2009. Understanding and managing human threats to the coastal marine environment. *Ann N Y Acad Sci*. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04496.x>
- Degnan, T., Shinde, S.L., 2019. Waste-plastic processing provides global challenges and opportunities. *MRS Bull* 44, 436–437.
- Dempsey, P.S., Helling, L.L., 2017. Oil Pollution by Ocean Vessels - An Environmental Tragedy: The Legal Regime of Flags of Convenience, Multilateral Conventions, and Coastal States. *Denver J Int Law Policy* 10.
- Diaz, R.J., 2008. Spreading Dead Zones and 926. <https://doi.org/10.1126/science.1156401>
- EMBULABA, O., KOLIBONGSO, D., TAPILATU, R.F., SALEH, F., BAWOLE, R., 2022. Distribution and types of microplastics on the coast of Aipiri and Andai Beaches, Manokwari District, Indonesia. *Indo Pacific Journal of Ocean Life* 6. <https://doi.org/10.13057/oceanlife/o060102>
- Enemark, J., 2005. The Wadden Sea protection and management scheme—towards an integrated coastal management approach? *Ocean Coast Manag* 48, 996–1015. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2005.03.009>
- Engler, R.E., 2012. The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. *Environ Sci Technol*. <https://doi.org/10.1021/es3027105>
- Escartín, E., Porte, C., 1999. Assessment of PAH pollution in coastal areas from the NW Mediterranean through the analysis of fish bile. *Mar Pollut Bull* 38. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(99\)00162-9](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(99)00162-9)

- Essington, T.E., Beaudreau, A.H., Wiedenmann, J., 2006. Fishing through marine food webs. *Proc Natl Acad Sci U S A* 103. <https://doi.org/10.1073/pnas.0510964103>
- Evans, S.M., Hunter, J.E., Elizal, Wahju, R.I., 1994. Composition and fate of the catch and bycatch in the Farne Deep (North Sea) Nephrops fishery. *ICES Journal of Marine Science* 51, 155–168.
- Feller, I.C., Friess, D.A., Krauss, K.W., Lewis III, R.R., 2017. The state of the world's mangroves in the 21st century under climate change. *Hydrobiologia* 803, 1–12.
- Fennel, K., Testa, J.M., 2019. Biogeochemical controls on coastal hypoxia. *Ann Rev Mar Sci* 11, 105–130.
- Fernandes, L., Day, J., Kerrigan, B., Breen, D., De'ath, G., Mapstone, B., Coles, R., Done, T., Marsh, H., Poiner, I., Ward, T., Williams, D., Kenchington, R., 2009. A process to design a network of marine no-take areas: Lessons from the Great Barrier Reef. *Ocean Coast Manag* 52. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.06.004>
- Fernandes, L., Day, J., Lewis, A., Slegers, S., Kerrigan, B., Breen, D., Cameron, D., Jago, B., Hall, J., Lowe, D., Innes, J., Tanzer, J., Chadwick, V., Thompson, L., Gorman, K., Simmons, M., Barnett, B., Sampson, K., De'ath, G., Mapstone, B., Marsh, H., Possingham, H., Ball, I., Ward, T., Dobbs, K., Aumend, J., Slater, D., Stapleton, K., 2005. Establishing representative no-take areas in the great barrier reef: Large-scale implementation of theory on marine protected areas. *Conservation Biology*. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00302.x>
- Fernandino, G., Elliff, C.I., Silva, I.R., 2018. Ecosystem-based management of coastal zones in face of climate change impacts: Challenges and inequalities. *J Environ Manage*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.034>
- Fine, M., Tchernov, D., 2007. Scleractinian coral species survive and recover from decalcification. *Science* (1979) 315. <https://doi.org/10.1126/science.1137094>
- Galbraith, H., Jones, R., Park, R., Clough, J., Herrod-Julius, S., Harrington, B., Page, G., 2002. Global climate change and

- sea level rise: potential losses of intertidal habitat for shorebirds. *Waterbirds* 25, 173–183.
- Gardner, T.A., Côté, I.M., Gill, J.A., Grant, A., Watkinson, A.R., 2003. Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science* (1979) 301, 958–960.
- Gaveau, D.L.A., Santos, L., Locatelli, B., Salim, M.A., Husnayaen, H., Meijaard, E., Heatubun, C., Sheil, D., 2021. Forest loss in Indonesian New Guinea (2001–2019): Trends, drivers and outlook. *Biol Conserv* 261, 109225. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109225>
- Geoghegan, T., Smith, A.H., Thacker, K., 2001. Characterization of Caribbean marine protected areas: an analysis of ecological, organizational, and socio-economic factors. Port of Spain, Trinidad: Caribbean Natural Resources Institute (CANARI).
- Geyer, R., 2020. Production, use, and fate of synthetic polymers, in: *Plastic Waste and Recycling*. Elsevier, pp. 13–32.
- Glenn, R.P., Pugh, T.L., 2006. Epizootic shell disease in American lobster (*Homarus americanus*) in Massachusetts coastal waters: Interactions of temperature, maturity, and intermolt duration. *Journal of Crustacean Biology* 26. <https://doi.org/10.1651/S-2754.1>
- Goldberg, L., Lagomasino, D., Thomas, N., Fatoyinbo, T., 2020. Global declines in human-driven mangrove loss. *Glob Chang Biol* 26, 5844–5855.
- Granek, E.F., Polasky, S., Kappel, C. V., Reed, D.J., Stoms, D.M., Koch, E.W., Kennedy, C.J., Cramer, L.A., Hacker, S.D., Barbier, E.B., Aswani, S., Ruckelshaus, M., Perillo, G.M.E., Silliman, B.R., Muthiga, N., Bael, D., Wolanski, E., 2010. Ecosystem services as a common language for coastal ecosystem-based management. *Conserv Biol* 24. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01355.x>
- Guinotte, J.M., Fabry, V.J., 2008. Ocean acidification and its potential effects on marine ecosystems. *Ann N Y Acad Sci* 1134, 320–342.
- Hall, M.A., Alverson, D.L., Metuzals, K.I., 2000. By-catch: problems and solutions. *Mar Pollut Bull* 41, 204–219.

- Hamilton, S.E., Friess, D.A., 2018. Global carbon stocks and potential emissions due to mangrove deforestation from 2000 to 2012. *Nat Clim Chang* 8, 240–244.
- Harley, C.D.G., Hughes, A.R., Hultgren, K.M., Miner, B.G., Sorte, C.J.B., Thornber, C.S., Rodriguez, L.F., Tomanek, L., Williams, S.L., 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecol Lett.* <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00871.x>
- Heath, M.R., 2008. Comment on “A global map of human impact on marine ecosystems.” *Science* (1979). <https://doi.org/10.1126/science.1157390>
- Hemmerling, S.A., Demyers, C.A., Carruthers, T.J.B., 2022. Building Resilience through Collaborative Management of Coastal Protection and Restoration Planning in Plaquemines Parish, Louisiana, USA. *Sustainability* (Switzerland) 14. <https://doi.org/10.3390/su14052974>
- Hilborn, R., 2020. Measuring fisheries management performance. *ICES Journal of Marine Science* 77. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa119>
- Hitz, S., Smith, J., 2004. Estimating global impacts from climate change. *Global Environmental Change* 14. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.04.010>
- Howarth, R.W., Marino, R., 2006. Nitrogen as the limiting nutrient for eutrophication in coastal marine ecosystems: evolving views over three decades. *Limnol Oceanogr* 51, 364–376.
- Hughes, B.B., Haskins, J.C., Wasson, K., Watson, E., 2011. Identifying factors that influence expression of eutrophication in a central California estuary. *Mar Ecol Prog Ser* 439, 31–43.
- Hughes, T.P., 1994. Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science* (1979) 265. <https://doi.org/10.1126/science.265.5178.1547>
- Hukom, F.D., Bawole, R., 1999. Correlation between coral growth forms and butterfly fishes (Chaetodontidae) at Sele Strait, Irian Java, Indonesia. *Sci New Guinea* 24.

- Innes, J.E., Booher, D.E., 2010. Planning with complexity: An introduction to collaborative rationality for public policy. Routledge.
- IPCC, I.P.O.C.C., 2007. Climate Change 2007 - The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Science (1979). <https://doi.org/volume>
- Islam, M.S., Tanaka, M., 2004. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: A review and synthesis. *Mar Pollut Bull* 48, 624–649. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.12.004>
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* (1979) 347, 768–771.
- Karamoy, R.H., Sala, R., Bawole, R., 2022. Distribusi komposisi ukuran dan pola pertumbuhan Ikan Selar Kuning (*Selaroides leptolepis*) di Perairan Utara Manokwari. *Cassowary* 5. <https://doi.org/10.30862/casssowary.cs.v5.i2.128>
- Karp, M.A., Link, J.S., Grezlik, M., Cadrin, S., Fay, G., Lynch, P., Townsend, H., Methot, R.D., Adams, G.D., Blackhart, K., Barceló, C., Buchheister, A., Cieri, M., Chagaris, D., Christensen, V., Craig, J.K., Cummings, J., Damiano, M.D., Dickey-Collas, M., Elvarsson, B.P., Gaichas, S., Haltuch, M.A., Haugen, J.B., Howell, D., Kaplan, I.C., Klajbor, W., Large, S.I., Masi, M., McNamee, J., Muffley, B., Murray, S., Plagányi, É., Reid, D., Rindorf, A., Sagarese, S.R., Schueller, A.M., Thorpe, R., Thorson, J.T., Tomczak, M.T., Trijoulet, V., Voss, R., 2023. Increasing the uptake of multispecies models in fisheries management. *ICES Journal of Marine Science* 80. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad001>
- Kim, K., Dobson, A.P., Gulland, F.M.D., Harvell, C.D., 2005. Diseases and the conservation of marine biodiversity. *Marine conservation biology* 149–168.

- Kocu, Y., Bawole, R., Pattiasina, T., Hematang, F., n.d. Peran Stakeholder dalam Kajian Lingkungan Hidup Strategis Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Perkotaan Manokwari. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 22, 228–239.
- Kodama, K., Lee, J.H., Oyama, M., Shiraishi, H., Horiguchi, T., 2012. Disturbance of benthic macrofauna in relation to hypoxia and organic enrichment in a eutrophic coastal bay. *Mar Environ Res* 76. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2011.08.007>
- Kuhn, N.L., Mendelssohn, I.A., Reed, D.J., 1999. Altered hydrology effects on Louisiana salt marsh function. *Wetlands* 19. <https://doi.org/10.1007/BF03161699>
- Lachs, L., Oñate-Casado, J., 2020. Fisheries and Tourism: Social, Economic, and Ecological Trade-offs in Coral Reef Systems, in: *YOUMARES 9 - The Oceans: Our Research, Our Future*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20389-4_13
- Lafferty, K.D., Porter, J.W., Ford, S.E., 2004. Are diseases increasing in the ocean? *Annu Rev Ecol Evol Syst*. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105704>
- Lotze, H.K., Lenihan, H.S., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R.G., Kay, M.C., Kidwell, S.M., Kirby, M.X., Peterson, C.H., Jackson, J.B.C., 2006. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science* (1979) 312, 1806–1809.
- McKinsey, E.M.F., 2016. The new plastics economy—Rethinking the future of plastics.
- Milligan, J., O’riordan, T., 2007. Governance for Sustainable Coastal Futures. *Coastal Management* 35, 499–509. <https://doi.org/10.1080/08920750701525800>
- Mudjirahayu, Bawole, R., Rembet, U.N.W.J., Ananta, A.S., Runtuboi, F., Sala, R., 2017. Growth, mortality and exploitation rate of *Plectropomus maculatus* and *P. oligocanthus* (Groupers, Serranidae) on Cenderawasih Bay National Park, Indonesia. *Egypt J Aquat Res* 43. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2017.09.002>

- Nikolaou, A., Katsanevakis, S., 2023. Marine extinctions and their drivers. *Reg Environ Change*.
<https://doi.org/10.1007/s10113-023-02081-8>
- Nubi, A.O., Popoola, S.O., Dada, O.A., Oyatola, O.O., Unyimadu, J.P., Adekunbi, O.F., Salami, A.M., 2022. Spatial distributions and risk assessment of heavy metals and PAH in the southwestern Nigeria coastal water and estuaries, Gulf of Guinea. *Journal of African Earth Sciences* 188.
<https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2022.104472>
- Orth, R.J., Carruthers, T.J.B., Dennison, W.C., Duarte, C.M., Fourqurean, J.W., Heck, K.L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Olyarnik, S., 2006. A global crisis for seagrass ecosystems. *Bioscience* 56, 987–996.
- Ouyang, W., Wang, R., Ji, K., Liu, X., Geng, F., Hao, X., Lin, C., 2023. Phytoplankton biomass dynamics with diffuse terrestrial nutrients pollution discharge into bay. *Chemosphere* 313.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137674>
- Patty, R.S., Bawole, R., Sala, R., Tjoli, I., Lahumeten, F., Mudjirahayu, Pangulimang, J., 2023. Size Distribution and Growth Pattern of Mackerel Scad (*Decapterus* Sp.) Caught by Boat Lift Nets in Doreri Bay Waters, Manokwari Regency, West Papua, Indonesia and Its Management Implications. *Asian Journal of Advanced Research and Reports* 17.
<https://doi.org/10.9734/ajarr/2023/v17i9527>
- Pawar, P.R., 2016. Anthropogenic threats to coastal and marine biodiversity: a review. *International Journal of Modern Biological Research* 4.
- Rahmizal, M., 2022. Analysis of Indonesia Marine Fisheries with Economic Growth, Population and Effort Effectiveness. *European Journal of Formal Sciences and Engineering* 5, 53–61.
- Rubekie, A.P., Pauline, N.M., Kaaya, L.T., 2022. Coastal communities' responses to climate change and variability impacts: a threat to coastal and marine resources? *Clim Dev* 14.
<https://doi.org/10.1080/17565529.2021.2018984>

- Ruiz, G.M., Fofonoff, P.W., Carlton, J.T., Wonham, M.J., Hines, A.H., 2000. Invasion of coastal marine communities in North America: Apparent patterns, processes, and biases. *Annu Rev Ecol Syst* 31. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.481>
- Runtuboi, F., Bawole, R., Goram, A., Wawiyai, Y., Wambraw, M., Numberi, Y.Z., Gandegoai, A., Lamahoda, P.B.E., Rumakabes, S., Laturmase, M., Suparlan, S., Andoi, D.K., 2019. Inventarisasi Jenis Ikan Karang dan Komposisi Jenis Ikan Ekonomis Penting (Study Kasus Kampung Kornasoren, Saribi dan Syoribo) Pulau Numfor Kabupaten Biak Numfor. *Journal of Tropical Fisheries Management* 2. <https://doi.org/10.29244/jpopt.v2i1.25313>
- Sadovy de Mitcheson, Y., Craig, M.T., Bertoncini, A.A., Carpenter, K.E., Cheung, W.W.L., Choat, J.H., Cornish, A.S., Fennessy, S.T., Ferreira, B.P., Heemstra, P.C., 2013. Fishing groupers towards extinction: a global assessment of threats and extinction risks in a billion dollar fishery. *Fish and fisheries* 14, 119–136.
- Sala, R., Bawole, R., Bonggoibo, A., Pattiasina, T.F., Suruan, S., Runtuboi, F., 2021. Analisis Pola Pertumbuhan dan Morfometrik Udang Jerbung (*Penaeus merguensis* De Man, 1888) di Perairan Sekitar Bakoi, Sorong Selatan. *Musamus Fisheries and Marine Journal*. <https://doi.org/10.35724/mfmj.v3i2.3401>
- Sala, R., Bawole, R., Runtuboi, F., Mudjirahayu, M., Wopi, I.A., Budisetiawan, J., Irwanto, I., 2018. Population dynamics of the yellowstripe scad (*Selaroides leptolepis* Cuvier, 1833) and Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta* Cuvier, 1816) in the Wondama Bay Water, Indonesia, in: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/139/1/012026>
- Sala, R., Siahaan, T.M.B., Bawole, R., Mudjirahayu, M., Patanda, M., 2023. Growth and Exploitation Status of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) in Waters Around Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik* 7.

<https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2023.vol.7.no.1.251>

- Sala, R., Tarigan, R.B., Dasmase, H.Y., Paren, D., Tururaja, T., Manan, J., Marsaoly, D.N.R., Matulesy, M., Bawole, R., 2022. Catch structures, growth patterns and condition factor of grouper fish (Serranidae) caught in the waters near Wayaban, Misool, Raja Ampat. *AACL Bioflux* 15.
- Scavia, D., Field, J.C., Boesch, D.F., Buddemeier, R.W., Burkett, V., Cayan, D.R., Fogarty, M., Harwell, M.A., Howarth, R.W., Mason, C., 2002. Climate change impacts on US coastal and marine ecosystems. *Estuaries* 25, 149–164.
- Spalding, M., 2010. World atlas of mangroves. Routledge.
- Spalding, M.D., Leal, M., 2021. The state of the world's mangroves 2021. *Global Mangrove Alliance* 79.
- Spalding, M.D., Milam, A., Fitzgerald, C., Hale, L.Z., 2013. Coastal and Marine Spatial Planning Approaches. *Coastal and Marine Spatial Planning* 319.
- Springer, A.M., Estes, J.A., Van Vliet, G.B., Williams, T.M., Doak, D.F., Danner, E.M., Forney, K.A., Pfister, B., 2003. Sequential megafaunal collapse in the North Pacific Ocean: an ongoing legacy of industrial whaling? *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100, 12223–12228.
- Suding, K., Spotswood, E., Chapple, D., Beller, E., Gross, K., 2016. Ecological dynamics and ecological restoration. *Foundations of restoration ecology* 27–56.
- Thomas, N., Lucas, R., Bunting, P., Hardy, A., Rosenqvist, A., Simard, M., 2017. Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PLoS One* 12, e0179302.
- Thrush, S.F., Hewitt, J.E., Cummings, V.J., Ellis, J.I., Hatton, C., Lohrer, A., Norkko, A., 2004. Muddy waters: Elevating sediment input to coastal and estuarine habitats. *Front Ecol Environ.* [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0299:MWESIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0299:MWESIT]2.0.CO;2)
- Tuuri, E.M., Leterme, S.C., 2023. How plastic debris and associated chemicals impact the marine food web: A

- review. Environmental Pollution.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121156>
- van der Heide, T., Temmink, R.J.M., Fivash, G.S., Bouma, T.J., Boström, C., Didderen, K., Esteban, N., Gaeckle, J., Gagnon, K., Infantes, E., 2021. Coastal restoration success via emergent trait-mimicry is context dependent. *Biol Conserv* 264, 109373.
- Vo, S.T., Pernetta, J.C., Paterson, C.J., 2013. Status and trends in coastal habitats of the South China Sea. *Ocean Coast Manag* 85.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.02.018>
- Wake, Y.W., Bawole, R., Manangkalangi, E., Sembel, L., Sala, R., 2022. Pola Pertumbuhan Gastropoda *Monetaria annulus* di Teluk Doreri. *Jurnal Kelautan Tropis* 25.
<https://doi.org/10.14710/jkt.v25i1.12293>
- Warren, C., Steenbergen, D.J., 2021. Fisheries decline, local livelihoods and conflicted governance: An Indonesian case. *Ocean Coast Manag* 202, 105498.
- Waycott, M., Duarte, C.M., Carruthers, T.J.B., Orth, R.J., Dennison, W.C., Olyarnik, S., Calladine, A., Fourqurean, J.W., Heck, K.L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Short, F.T., Williams, S.L., 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems 1, 1–5.
- Whitney, M.M., 2022. Observed and projected global warming pressure on coastal hypoxia. *Biogeosciences* 19, 4479–4497.
- Williams, S.L., Grosholz, E.D., 2008. The invasive species challenge in estuarine and coastal environments: Marrying management and science. *Estuaries and Coasts*.
<https://doi.org/10.1007/s12237-007-9031-6>
- Williams, S.L., Smith, J.E., 2007. A global review of the distribution, taxonomy, and impacts of introduced seaweeds. *Annu Rev Ecol Evol Syst*.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095543>
- Worm, B., Lotze, H.K., Myers, R.A., 2005. Ecosystem effects of fishing and whaling in the North Pacific and Atlantic

Oceans. Whales, Whaling and Ocean Ecosystems 333–341.

- Worm, B., Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C., Fogarty, M.J., Fulton, E.A., Hutchings, J.A., Jennings, S., Jensen, O.P., Lotze, H.K., Mace, P.M., Mcclanahan, T.R., Minto, C., Palumbi, S.R., Parma, A.M., Ricard, D., Rosenberg, A.A., 2009. Rebuilding Global Fisheries 578. <https://doi.org/10.1126/science.1173146>
- Wu, R.S.S., Chan, A.K.Y., Richardson, B.J., Au, D.W.T., Fang, J.K.H., Lam, P.K.S., Giesy, J.P., 2008. Measuring and monitoring persistent organic pollutants in the context of risk assessment. *Mar Pollut Bull* 57. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.03.012>
- Xu, W., Zhang, Z., 2022. Impact of Coastal Urbanization on Marine Pollution: Evidence from China. *Int J Environ Res Public Health* 19. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710718>
- Yarangga, G., Bawole, R., Monim, H., Tebay, S., Mudjirahayu, Suruan, S.S., Allo, A.G., Henan, Z., 2023. Condition and Status of Shrimp Fisheries in West Papua Province: Case from Bintuni Bay Regency, Sorong City, and South Sorong Regency. *Asian Journal of Advanced Research and Reports* 17. <https://doi.org/10.9734/ajarr/2023/v17i10535>
- Zhang, P., Wu, S., Xu, M., Luo, X., Peng, X., Ren, C., Zhang, J., 2023. Spatiotemporal Nutrient Patterns, Stoichiometry, and Eutrophication Assessment in the Tieshan Bay Coastal Water, China. *J Mar Sci Eng* 11. <https://doi.org/10.3390/jmse11081602>
- Zheng, J., Suh, S., 2019. Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics. *Nat Clim Chang* 9, 374–378.

BIODATA PENULIS

Juhardin

Dosen di Unismuh Kendari

Penulis lahir di Wakatobi, Tanggal 31 Desember 1976. Menempuh Sekolah Dasar Negeri Waginopo Tamat Tahun 1989 di Wakatobi. Melanjutkan Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negri 2 Kndari Tamat Tahun 1992. Selanjutnya Sekolah Menengah Atas (SMA) 4 Kendari Tamat Tahun 1995. Selanjutnya Masuk kuliah di Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo dan Lulus Tahun 2000. Melanjutkan Pasca Sarjana Universitas Haluoleo Jurusan Agribisnis Minat Perikanan Tahun 2012 dan Lulus Tahun 2014 dan saat ini sedang menempuh program Doktor di Unismuh Makassar

Selama Menjadi Mahasiswa aktif pada kegiatan intra kampus antara lain Himpunan Mahasiswa Jurusan dan Badan Eksekutif Mahasiswa, juga di ekstra kampus sebagai pengurus Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah dari Tingkat komisariat sampai daerah Sultra.

Sebelum menjadi dosen penulis menjadi guru SMK dan penilik pada Diknas Kolaka, dan pernah mewakili sultra sebagai penilik berprestasi Tahun 2014.

Saat ini aktif sebagai dosen DPK LLDikti 9 yang dipekerjakan di Unismuh Kendari dan mengampu beberapa mata kuliah antara lain Pengantar Ilmu Perikanan dan Kelautan, Ekologi Laut dll, juga aktif dalam kegiatan penelitian maupun kegiatan pengabdian kepada Masyarakat.

BIODATA PENULIS



Rahmawati Tahir, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Agrobisnis Perikanan
Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian YAPI Bone

Penulis lahir di Pinrang, Sulawesi Selatan pada tanggal 28 Agustus 1989. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Sosial Ekonomi Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanudin pada tahun 2011. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan magister pada Program Studi Agribisnis, Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin dan selesai pada tahun 2015 melalui program Beasiswa Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) calon dosen. Penulis saat ini bekerja sebagai dosen di Program Studi Agrobisnis Perikanan, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian YAPI Bone sejak tahun 2016 sekarang.

BIODATA PENULIS



Hamdani, S.St.Pi., M.Tr.Pi

Dosen Program Studi Teknologi Akuakultur
Politeknik Ahli Usaha Perikanan

Penulis lahir di Solok, Sumatera Barat tanggal 03 Oktober 1979. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Akuakultur di Politeknik Ahli Usaha Perikanan. Menyelesaikan pendidikan Diploma IV pada Jurusan Teknologi Akuakultur dan melanjutkan S2 pada Program Studi Pemanfaatan Sumber daya Perikanan di Politeknik Ahli Usaha Perikanan. Saat ini penulis sebagai staff pengajar dan juga mendapatkan tugas tambahan sebagai Koordinator Program Studi Teknologi Akuakultur kampus daerah Sumatera Barat tepatnya di Kota Pariaman. Sebelumnya penulis juga menghasilkan sebuah karya buku yang masih berhubungan dengan perikanan dengan tema 'Sumberdaya Hayati Laut Indonesia.

BIODATA PENULIS



Dimas Rizky Hariyadi, S.S.T.Pi., M.Sc.

Dosen Program Studi Teknik Budidaya Perikanan
Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang

Penulis lahir di Pontianak tanggal 19 Juni 1991. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang. Menyelesaikan pendidikan D4 pada Program Studi Teknologi Akuakultur dan melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu Perikanan.

BIODATA PENULIS



Femiliani Novita Sari, S.Pi.,M.Si
Dosen Program Studi Teknologi Hasil Perikanan
Universitas Muhammadiyah Mamuju

Penulis lahir di Palopo tanggal 09 Juni 1992 di Kabupaten Luwu, Kecamatan Wara, Kota Palopo, Sulawesi Selatan. Penulis adalah dosen tetap pada program studi teknologi hasil perikanan universitas muhammadiyah mamuju. Menyelesaikan pendidikan S1 pada program studi pemanfaatan sumberdaya perikanan di Universitas Hasanuddin, Makassar dan melanjutkan S2 pada jurusan ilmu perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar. Penulis mulai mengajar sejak tahun 2019 – sekarang : Menjabat sebagai Ketua program studi Teknologi hasil perikanan. selama menjadi dosen penulis aktif membuat jurnal dan menulis buku. Penulis juga aktif mengikuti berbagai seminar dan pelatihan pada bidang perikanan.

BIODATA PENULIS



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

Dosen Program Studi Akuakultur/ Budidaya Perairan
Universitas Sulawesi Barat

Penulis lahir di Palattae (Bone), Sulawesi Selatan pada tanggal 24 Desember 1990. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Manajemen Sumber daya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanudin pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan magister pada Program Studi Ilmu Perikanan, Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin dan selesai pada tahun 2015 melalui program Beasiswa Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) calon dosen. Pendidikan Program Doktor penulis tempuh pada tahun 2017 hingga tahun 2020 di Program Studi Pengelolaan Sumber daya Perairan, Institut Pertanian Bogor melalui program BPPDN.

Penulis saat ini bekerja sebagai dosen di Program Studi Budidaya Perairan/Akuakultur, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat sejak tahun 2015 sekarang dan Sejak tahun 2022 menjabat sebagai Kepala Unit Pengelola Teknis (UPT) Laboratorium Terpadu. Terkait dengan organisasi keprofesian, penulis aktif di Masyarakat Ikhtiologi Indonesia dan menjabat Kordinator Wilayah Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Barat. Selain itu, penulis aktif menulis dan reviewer pada berbagai jurnal dan buku. Beberapa buku yang telah dihasilkan yaitu ikan pirik: ekobiologi dan

konservasi, buku ajar penangkapan ikan terbang, find the way, tingkah laku ikan, ekonomi perikanan, ekologi ikan: persebaran dan keragaman ikan, pengelolaan pesisir, rekayasa akuakultur dan ekonomi perikanan. Bidang kajian yang digeluti yaitu ekobiologi ikan, iktiologi dan konservasi sumber daya ikan.

BIODATA PENULIS



Ir. Akmaluddin, S.Pi., M.Si., IPM

Dosen Program Studi Budidaya Perairan
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar

Penulis lahir di Kota Sengkang, Kabupaten Wajo pada tahun 1987. Setelah lulus dari SMA pada 2006, melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar. Lulus strata satu (S1) sebagai sarjana perikanan pada 2011 pada prodi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, tahun yang sama melanjutkan strata dua (S2) pada program studi Ilmu Perikanan Universitas Hasanuddin, dan selesai tahun 2014. Kemudian melanjutkan program profesi insinyur teknik perikanan di Institut Pertanian Bogor tahun 2023 melalui jalur RPL (Rekognisi Pembelajaran Lampau).

Saat ini penulis merupakan staf pengajar pada prodi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan Universitas Muhammadiyah Makassar sejak tahun 2014 hingga saat ini. Penulis pernah berprofesi sebagai Penyuluh Perikanan Bantu dibawah naungan Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2015 hingga tahun 2019 dengan membina 13 kelompok pelaku usaha bidang kelautan dan perikanan. Penulis juga merupakan Anggota Muda Persatuan Insinyur Indonesia (PII) sejak tahun 2021 Bidang Teknik Perikanan dan Kelautan yang masih dibawah Badan Kejuruan Teknik Kehutanan dengan posisi Insinyur Profesional Madya. Penulis juga tersertifikasi oleh BNSP dibidang Penanggungjawab Pengendalian Pencemaran Air

(PPPA) sejak tahun 2022. Penulis juga aktif mengikuti perkembangan teknologi digital dengan mengikuti pelatihan dan dinyatakan lulus pada Bidang Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligent) untuk dosen dan Internet Of Things : Smart Aquaculture oleh Program Digitalent Scholarship Kementerian Informasi dan Komunikasi RI. Penulis juga adalah Narasumber pada Tema Digital Marketing dan Mikro Mentor UMKM Maju Digital. Sejumlah publikasi ilmiah telah dihasilkan penulis dan diterbitkan pada jurnal dan prosiding baik level nasional maupun internasional

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Ir. Roni Bawole, M.Si.

Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat

Prof. Dr. Ir. Roni Bawole, M.Si. sebagai guru besar dalam ilmu kelautan (bidang pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut). Menyelesaikan studi doktor pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor tahun 2012. Sebagai staf dosen pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Papua (UNIPA). Saat ini menjabat sebagai Ketua Lembaga Penjaminan Mutu dan Pengembangan Pembelajaran, UNIPA. Sebagai pengajar pada FPIK dan Pascasarjana Program Magister Sumber Daya Akuatik, Magister dan Doktor Ilmu Lingkungan. Pernah menjadi Manajer Program Lapangan, *Coastal Resources Management Project* – USAID (2003-2004). Makalah telah dipresentasikan pada berbagai forum internasional (*International Coral Reef Symposium, New Guinea Biological Conference, Ecosystem Fishery Based Management*, dll) dan nasional (Konas pesisir, Munas terumbu karang, ISOI, dll). Penulis buku, diantaranya tata Kelola Kawasan Konservasi Laut, Sumberdaya Perikanan Laut Sorong Selatan, Inovasi Daerah Provinsi Papua Barat, Orang Asli Papua dalam Pengelolaan Pariwisata Berbasis Konservasi, Pengelolaan Perikanan Teluk Wondama, dll. Korespondensi: r.bawole@unipa.ac.id.***