ISBN 978-634-255-844-9



DAERAH PENANGKAPAN IKAN:
KONSEP, KARAKTERISTIK, DAN FAKTOR PEMBENTUK

TIM PENULIS :
- Widya Rahayu
- Ady Jufri
- Fitri Indah Yani
- Sudirman Sukardi
- Roni Bawole

DAERAH PENANGKAPAN IKAN: KONSEP, KARAKTERISTIK, DAN FAKTOR PEMBENTUK

Widya Rahayu
Ady Jufri
Fitri Indah Yani
Sudirman Sukardi
Roni Bawole

GETPRESS INDONESIA

DAERAH PENANGKAPAN IKAN: KONSEP, KARAKTERISTIK, DAN FAKTOR PEMBENTUK

Penulis :
Widya Rahayu
Ady Jufri
Fitri Indah Yani
Sudirman Sukardi
Roni Bawole

ISBN : 978-634-255-866-9

Editor : Mila Sari, M. Si.
Desain Sampul dan Tata Letak : Tri Putri Wahyuni, S. Pd.

PENERBIT : GET PRESS INDONESIA
Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022
Jl. Palarik RT 01 RW 06 Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat
website: www.getpress.co.id
email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, November 2026

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul *Daerah Penangkapan Ikan: Konsep, Karakteristik, dan Faktor Pembentuk* ini dapat diselesaikan. Isi buku ini mencakup pembahasan tentang konsep daerah penangkapan ikan, wilayah pengelolaan perikanan indonesia, proses oseanografi pembentuk daerah penangkapan ikan, karakteristik dan persyaratan daerah penangkapan ikan, dan terumbu karang sebagai habitat dan daerah penangkapan ikan. Akhir kata, semoga buku ini dapat menjadi referensi dan dapat memberikan manfaat serta inspirasi bagi semua pembaca.

Padang, Oktober 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**
DAFTAR ISI ..... **ii**
DAFTAR GAMBAR ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **x**
BAB 1 KONSEP DAERAH PENANGKAPAN IKAN **1**
1.1 Konsep Daerah Penangkapan Ikan 3
1.1.1Definisi dan Batasan 3
1.1.2 Persyaratan Suatu Perairan sebagai Daerah Penangkapan Ikan 5
1.1.3 Klasifikasi Daerah Penangkapan Ikan 6
1.1.4 Kedudukan DPI dalam Sistem Perikanan Tangkap 8
1.1.5 Perkembangan Pemikiran tentang Konsep Daerah Penangkapan Ikan 8
1.1.6 Prinsip Bakun: Pengayaan, Konsentrasi, dan Retensi 10
1.1.7 Skala Ruang dan Waktu dalam Konsep Daerah Penangkapan Ikan 11
1.1.8 Perbedaan Konsep DPI dengan Konsep Ruang Perikanan Lainnya 12
1.1.9 Konsep DPI dalam Perspektif Bioekonomi Perikanan 14
1.1.10 Konsep DPI dalam Kerangka Pengelolaan Perikanan Berbasis Wilayah 15
1.2 Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan 16
1.2.1 Karakteristik Fisik 16
1.2.2 Karakteristik Kimia 17
1.2.3 Karakteristik Biologi 18
1.2.4 Karakteristik Ruang dan Waktu 19
1.2.5 Tipologi Daerah Penangkapan Ikan di Perairan Indonesia 20

1.3 Faktor Pembentukan Daerah Penangkapan Ikan 22
1.3.1 Proses Pengangkatan Massa Air (Upwelling) 22
1.3.2 Front dan Pertemuan Massa Air.....23
1.3.3 Pusaran Arus dan Struktur Termoklin 23
1.3.4 Musim, Angin Muson, dan Variabilitas Iklim.....23
1.3.5 Struktur Habitat dan Substrat Dasar.....24
1.3.6 Faktor Biologi dan Tingkah Laku Ikan.....25
1.3.7 Faktor Antropogenik, Teknologi, dan Sosial-Ekonomi...26
1.4 Pendekatan Pendugaan dan Pemetaan Daerah Penangkapan Ikan.....26
1.5 Implikasi bagi Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan 28
DAFTAR PUSTAKA 30
BAB 2 WILAYAH PENGELOLAAN PERIKANAN INDONESIA 35
2.1 Konsep, Kedudukan dan Landasan Pengelolaan WPPNRI 35
2.1.1 Konsep Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.....35
2.1.2 Landasan Hukum Pengelolaan Perikanan.....37
2.1.3 WPPNRI sebagai Unit Pengelolaan Sumber Daya Ikan 39
2.2 Karakteristik dan Pembagian 11 WPPNRI 40
2.2.1 WPPNRI 571.....43
2.2.2 WPPNRI 572.....43
2.2.3 WPPNRI 573.....44
2.2.4 WPPNRI 711.....44
2.2.5 WPPNRI 712.....45
2.2.6 WPPNRI 713.....45
2.2.7 WPPNRI 714.....46
2.2.8 WPPNRI 715.....46
2.2.9 WPPNRI 716.....46

2.2.10 WPPNRI 717 47
2.2.11 WPPNRI 718 47
2.3 Potensi Sumber Daya Ikan, JTB, dan Tingkat Pemanfaatan WPPNRI 47
2.3.1 Potensi Sumber Daya Ikan 47
2.3.2 Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan 49
2.3.2 Tingkat Pemanfaatan 49
2.3.2 Hubungan Potensi dengan Daerah Penangkapan Ikan 50
2.4 Penangkapan Ikan Terukur (PIT) 51
2.5 Implikasi WPPNRI Terhadap Pengelolaan Daerah Penangkapan Ikan 55
DAFTAR PUSTAKA 59
BAB 3 PROSES OSEANOGRAFI PEMBENTUK DAERAH PENANGKAPAN IKAN 61
3.1 Konsep Dasar Oseanografi dalam Pembentukan Daerah Penangkapan Ikan 61
3.1.1 Pengertian dan Ruang Lingkup Oseanografi Perikanan 62
3.1.2 Komponen Oseanografi Fisik, Kimia, dan Biologi 64
3.1.3 Hubungan Oseanografi dengan Produktivitas Perairan 69
3.1.4 Peran Oseanografi dalam Pembentukan Daerah Penangkapan Ikan 72
3.2 Dinamika Oseanografi yang Mempengaruhi Distribusi Ikan 77
3.2.1 Arus Laut dan Pergerakan Massa Air 77
3.2.2 Suhu Permukaan Laut dan Salinitas 80
3.2.3 Gelombang, Pasang Surut, dan Stratifikasi Perairan 84
3.2.4 Variabilitas Musim dan Dinamika Perairan Indonesia 86

3.3 Variabilitas Iklim Antartahunan dan Impaknya terhadap Oseanografi Perikanan....90
3.3.1 El Niño-Southern Oscillation (ENSO) dan Reposisi Stok Ikan....91
3.3.2 Indian Ocean Dipole (IOD) dan Dinamika Samudra Hindia....93
3.3.3 Madden-Julian Oscillation (MJO) dan Variabilitas Intramusiman....95
3.4 Identifikasi dan Pemodelan Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI)....98
3.4.1 Penginderaan Jauh Satelit untuk Ekstraksi Parameter Oseanografi....99
3.4.2 Metode Pemodelan Spasial Habitat dan Daerah Penangkapan Ikan....100
3.4.3 Aplikasi ZPPI untuk Efisiensi dan Pengelolaan Perikanan Tangkap Berkelanjutan....103
DAFTAR PUSTAKA 105
BAB 4 KARAKTERISTIK DAN PERSYARATAN DAERAH PENANGKAPAN IKAN 110
4.1 Batasan dan Persyaratan DPI....110
4.2 Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan....114
4.2.1 Karakteristik Osenografi dan Dinamika Spasial Temporal....114
4.2.2 Karakteristik Biologis dan Adaptasi Habitat Ikan....120
4.2.3 Adaptasi Unit Penangkapan (Kapal & Alat Tangkap)..128
4.3 Integrasi Karakteristik DPI dalam Analisis *Catch* dan *Effort*....134
4.4 Strategi Mitigasi Kerentanan Ekosistem DPI....136
DAFTAR PUSTAKA 139
BAB 5 TERUMBU KARANG SEBAGAI HABITAT DAN DAERAH PENANGKAPAN IKAN.... 141

5.1 Konsep Terumbu Karang sebagai Habitat dan Daerah Penangkapan Ikan 149
5.1.1 Terumbu Karang sebagai Habitat Ikan 150
5.1.2 Terumbu Karang sebagai Pembentuk Daerah Penangkapan Ikan 153
5.1.3 Habitat Ikan Tidak Selalu Identik dengan *Fishing Ground* 156
5.2 Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan pada Ekosistem Terumbu Karang 159
5.2.1 Karakteristik Habitat yang Kompleks 161
5.2.2 Karakteristik Spasial yang Heterogen 163
5.2.3 Karakteristik Spesifik terhadap Jenis Ikan 166
5.2.4 Karakteristik Spesifik terhadap Alat Tangkap 168
5.2.5 Karakteristik Spasial–Temporal 169
5.2.6 Karakteristik Berbasis Agregasi Ikan 172
5.2.7 Karakteristik Konektivitas Habitat 174
5.2.8 Karakteristik Sosial–Ekologis 177
5.2.9 Sintesis Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan pada Ekosistem Terumbu Karang 179
5.3 Faktor Pembentuk Daerah Penangkapan Ikan pada Ekosistem Terumbu Karang 181
5.3.1 Faktor Habitat 182
5.2.2 Faktor Oseanografi 185
5.2.3 Faktor Biologis 188
5.2.4 Faktor Perilaku Ikan 190
5.2.5 Faktor Teknologi Penangkapan 192
5.2.6 Faktor Sosial-Ekonomi 194
5.2.7 Faktor Akses, Kelembagaan, dan Tata Kelola 195
5.2.8 Pengetahuan Ekologi Lokal sebagai Faktor Pembentuk dan Pemanfaatan *Fishing Ground* 197

5.2.9 Interaksi Antar-Faktor dalam Pembentukan *Fishing Ground* 198

5.2.10 Sintesis Faktor Pembentuk Daerah Penangkapan Ikan pada Terumbu Karang 199

DAFTAR PUSTAKA 202

BIODATA PENULIS 206

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta WPPNRI....42
Gambar 3. 1Skema Kerangka Ruang Lingkup Oseanografi Perikanan Multi-Skala....62
Gambar 3. 2 Interaksi Triade Komponen Oseanografi Fisik, Kimia, dan Biologi dalam Membentuk Habitat Ikan....65
Gambar 3. 3 Alur Rantai Trofodinamik Laut dari Penorehan Nutrien hingga Agregasi Ikan Predator....70
Gambar 3. 4 Diagram Blok Tiga Mekanisme Utama Oseanografi dalam Membentuk Agregasi Stok Ikan....73
Gambar 3. 5 Visualisasi Tiga Struktur Oseanografi Utama (Upwelling, Front, dan Eddy) yang Memicu Agregasi Ikan....76
Gambar 3. 6 Kerangka Mekanisme Arus Laut dan Pergerakan Massa Air dalam Memengaruhi Fase Hidup Ikan....78
Gambar 3. 7 Kurva Perilaku dan Respons Fisiologis Ikan terhadap Kisaran Suhu dan Niche Termal....80
Gambar 3. 8 Profil Stratifikasi Vertikal Kolom Air (Mixed Layer Depth, Termoklin, dan Lapisan Dalam)....84
Gambar 3. 9 Perbandingan Karakteristik Musim Monsun dan Pengaruhnya terhadap Kondisi Perairan Indonesia....87
Gambar 3. 10 Diagram Mekanisme Perubahan Oseanografi dan Respons Ekologi Perikanan pada Fase El Niño dan La Niña....91
Gambar 3. 11 Struktur Oseanografi dan Penguatan Upwelling Perairan Indonesia Selama Fenomena IOD Positif....94
Gambar 3. 12 Diagram Alir Integrasi Sensor Penginderaan Jauh Multi-Sumber untuk Identifikasi ZPPI....99
Gambar 3. 13 Skema Kontribusi Teknologi ZPPI terhadap Efisiensi Ekonomi dan Efektivitas Konservasi Perikanan....103
Gambar 4. 1 Konsep sederhana Daerah Penangkapan Ikan....111
Gambar 5. 1 Alur Konseptual Pembentukan Daerah Penangkapan Ikan pada Ekosistem Terumbu Karang....148

Gambar 5. 2 Habitat Berkualitas Tidak Otomatis Menjadi Daerah Penangkapan Ikan: Kerangka Konseptual Pembentukan Fishing Ground 158
Gambar 5. 3 Daerah Penangkapan Ikan Terbentuk dari Interkasi Faktor Alam dan Factor Manusia 164
Gambar 5. 4 Habitat Berkualitas Tidak Otomatis Menjadi Daerah Penangkapan Ikan: Kerangka Konseptual Pembentukan *Fishing Ground* 167
Gambar 5. 5 Interaksi Komponen dalam Membentuka Efektifitas Daerah Penangkapan 170
Gambar 5. 6 Rumusan Konseptual Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan 172
Gambar 5. 7 Hubungan antara Agregasi dan Fishing Ground Ikan 174
Gambar 5. 8 Konektivitas Habitat Penting dengan Daerah Penangkapan Ikan 176
Gambar 5. 9 Daerah Penangkapan Ikan di Terumbu Karang 181

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Klasifikasi Daerah Penangkapan Ikan Berdasarkan Berbagai Kriteria 6
Tabel 1. 2 Tipologi Daerah Penangkapan Ikan Berdasarkan Zona Perairan..... 20
Tabel 2. 1 Pembagian WPPNRI..... 41
Tabel 2. 2 Zona penangkapan ikan terukur..... 51
Tabel 3. 1 Parameter Oseanografi Utama, Satuan, dan Perannya terhadap Kelimpahan Ikan..... 68
Tabel 3. 2 Preferences Kisaran SST dan Salinitas Parameter Optimal Beberapa Spesies Ikan Ekonomis Penting di Perairan Indonesia 82
Tabel 3. 3 Sintesis Karakteristik Oseanografi Musiman dan Titik Lokasi Fishing Ground Utama di Perairan Indonesia ... 89
Tabel 3. 4 Sintesis Pengaruh Variabilitas Iklim Global terhadap Indikator Oseanografi dan Respons Perikanan Tangkap di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPPNRI)..... 97
Tabel 3. 5 Perbandingan Metode Pemodelan Spasial ZPPI untuk Prediksi Daerah Penangkapan Ikan..... 102

BAB 1

KONSEP DAERAH PENANGKAPAN IKAN

Oleh Widya Rahayu

Keberhasilan suatu operasi penangkapan ikan tidak semata-mata ditentukan oleh kecanggihan kapal maupun selektivitas alat tangkap yang digunakan, melainkan sangat bergantung pada ketepatan nelayan dalam menentukan lokasi di mana sumber daya ikan berkumpul dan tersedia untuk ditangkap. Lokasi tersebut dikenal dengan istilah daerah penangkapan ikan (DPI) atau fishing ground. Pemahaman yang memadai mengenai DPI menjadi kompetensi dasar yang harus dimiliki oleh mahasiswa perikanan, penyuluh, pengelola pelabuhan perikanan, maupun pengambil kebijakan, karena seluruh rangkaian kegiatan perikanan tangkap mulai dari perencanaan trip, penentuan kebutuhan bahan bakar dan perbekalan, pemilihan alat tangkap, hingga penetapan musim penangkapan bermuara pada asumsi tentang di mana dan kapan ikan dapat ditemukan.

Persoalan mendasar dalam perikanan tangkap adalah bahwa sumber daya ikan bersifat tidak kasat mata (*invisible resources*) dan tersebar secara tidak merata di kolom perairan. Sebagian besar biomassa ikan di laut justru terkonsentrasi pada wilayah yang relatif sempit dibandingkan luas lautan secara keseluruhan. Konsentrasi ini tidak terjadi secara acak, melainkan mengikuti pola tertentu yang dikendalikan oleh interaksi antara proses fisika, kimia, dan

biologi perairan dengan respons tingkah laku ikan itu sendiri. Dengan demikian, DPI dapat dipandang sebagai manifestasi ruang dari pertemuan antara kebutuhan ekologis ikan dan kondisi lingkungan yang mendukung pemenuhan kebutuhan tersebut.

Di Indonesia, kajian mengenai daerah penangkapan ikan memperoleh urgensi yang tinggi mengingat wilayah pengelolaan perikanan negara (WPPNRI) yang membentang dari Samudera Hindia hingga Samudera Pasifik dengan karakteristik oseanografi yang sangat beragam. Perairan Indonesia dipengaruhi oleh sistem angin muson, arus lintas Indonesia (Indonesian Throughflow), serta variabilitas iklim antartahunan seperti El Niño–Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) (Wyrtki, 1961; Nontji, 2007). Keragaman ini menyebabkan DPI di perairan Indonesia bersifat sangat dinamis, baik secara spasial maupun temporal, sehingga pendekatan statis dalam penentuan daerah penangkapan menjadi kurang relevan.

Pada skala global, produksi perikanan tangkap dan budidaya terus meningkat dan mencapai rekor tertinggi pada tahun 2024, dengan produksi hewan air dari budidaya untuk pertama kalinya melampaui 100 juta ton (FAO, 2026). Peningkatan permintaan tersebut memberi tekanan yang semakin besar pada perairan tangkap, sehingga ketepatan dalam menentukan dan mengelola daerah penangkapan ikan menjadi kian menentukan keberlanjutan sumber daya. Bab ini disusun untuk memberikan landasan konseptual mengenai daerah penangkapan ikan. Pembahasan diarahkan pada tiga aspek pokok, yaitu sebagai berikut :

1. Konsep dan batasan daerah penangkapan ikan beserta klasifikasinya,
2. Karakteristik biofisik dan sosial-ekonomi yang melekat pada suatu daerah penangkapan ikan, dan
3. Faktor-faktor yang berperan dalam pembentukan daerah penangkapan ikan. Bagian akhir bab menguraikan secara

ringkas pendekatan ilmiah dalam menduga dan memetakan DPI serta implikasinya bagi pengelolaan perikanan berkelanjutan.

1.1 Konsep Daerah Penangkapan Ikan

1.1.1 Definisi dan Batasan

Secara sederhana, daerah penangkapan ikan didefinisikan sebagai suatu wilayah perairan tempat sumber daya ikan berkumpul dalam jumlah yang cukup banyak dan dapat ditangkap secara efektif dengan alat tangkap tertentu, dengan hasil yang menguntungkan secara ekonomi serta tidak bertentangan dengan ketentuan hukum yang berlaku. Definisi ini mengandung empat unsur yang saling melengkapi. Unsur pertama bersifat ekologis, yaitu adanya kelimpahan dan ketersediaan (availability) ikan pada wilayah tersebut. Unsur kedua bersifat teknis, yakni kondisi perairan memungkinkan alat tangkap dioperasikan secara aman dan efektif. Unsur ketiga bersifat ekonomis, yaitu nilai hasil tangkapan yang diperoleh melebihi biaya operasional yang dikeluarkan untuk menjangkau lokasi tersebut. Unsur keempat bersifat legal dan kelembagaan, yaitu lokasi tersebut berada pada jalur penangkapan yang diperbolehkan bagi ukuran kapal dan jenis alat tangkap yang digunakan (Laevastu & Hayes, 1981; Simbolon, 2011).

Penekanan pada keempat unsur tersebut penting untuk membedakan antara habitat ikan dan daerah penangkapan ikan. Tidak semua habitat yang dihuni ikan otomatis menjadi daerah penangkapan ikan. Perairan dalam pada palung laut, kawasan konservasi perairan, maupun area terumbu karang yang rapuh dapat memiliki kelimpahan ikan yang tinggi, namun tidak memenuhi

syarat sebagai DPI karena kendala teknis operasional atau karena adanya larangan pemanfaatan. Sebaliknya, suatu perairan yang secara alami tidak terlalu kaya dapat berfungsi sebagai DPI bagi nelayan skala kecil apabila jaraknya dekat dengan basis pendaratan dan biaya untuk menjangkaunya rendah.

Secara normatif, istilah ini juga telah memperoleh rumusan hukum. Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur mendefinisikan Daerah Penangkapan Ikan sebagai WPPNRI dan laut lepas yang diperuntukkan sebagai tempat penangkapan ikan, serta memperkenalkan istilah Daerah Penangkapan Ikan Terbatas, yaitu tempat penangkapan ikan yang diperuntukkan bagi ukuran kapal, alat penangkapan ikan, dan/atau waktu tertentu (PP No. 11 Tahun 2023). Rumusan ini menegaskan bahwa DPI di Indonesia bukan sekadar kategori ekologis, melainkan juga satuan ruang pengelolaan yang melekat pada perizinan dan kuota penangkapan.

Dalam praktik perikanan sehari-hari, nelayan memahami DPI melalui istilah lokal yang kaya makna, misalnya “karang”, “tubir”, “gosong”, “lubuk”, atau penamaan berdasarkan tanda-tanda alam di daratan (rambu darat) yang digunakan sebagai acuan posisi sebelum teknologi navigasi satelit tersedia. Pengetahuan lokal semacam ini merupakan hasil akumulasi pengalaman lintas generasi dan pada banyak kasus terbukti konsisten dengan temuan ilmiah modern, sehingga layak diposisikan sebagai sumber informasi pelengkap yang berharga dalam kajian DPI.

1.1.2 Persyaratan Suatu Perairan sebagai Daerah Penangkapan Ikan

Suatu perairan dapat dikategorikan sebagai daerah penangkapan ikan yang layak apabila memenuhi sejumlah persyaratan berikut:

1. Terdapat sumber daya ikan target dalam jumlah dan ukuran yang layak tangkap sepanjang atau pada musim tertentu, sehingga kegiatan penangkapan tidak bertumpu pada ikan-ikan muda yang belum memijah.
2. Kondisi oseanografi seperti kedalaman, kecepatan arus, tinggi gelombang, dan tipe dasar perairan memungkinkan alat tangkap dioperasikan dengan aman dan sesuai dengan rancangan teknisnya.
3. Lokasi dapat dijangkau oleh armada penangkapan dengan biaya, waktu tempuh, dan daya tahan perbekalan yang wajar, terutama bagi kapal berukuran kecil.
4. Perairan tersebut relatif bebas dari halangan atau rintangan yang dapat merusak alat tangkap, seperti karang tinggi, kerangka kapal, atau jaringan pipa dan kabel bawah laut.
5. Tidak berada dalam kawasan terlarang, seperti zona inti kawasan konservasi, alur pelayaran padat, wilayah latihan militer, maupun jalur penangkapan yang tidak sesuai dengan ukuran kapal.
6. Terdapat jaminan keamanan berusaha serta tidak menimbulkan konflik pemanfaatan ruang dengan kelompok nelayan lain atau dengan sektor pembangunan lainnya.

Pemenuhan seluruh persyaratan tersebut bersifat gradual, bukan mutlak. Dalam kenyataan di lapangan, nelayan melakukan kompromi antara peluang memperoleh hasil tangkapan yang besar dengan risiko dan biaya yang harus ditanggung. Proses pengambilan

keputusan ini sering dijelaskan melalui teori mencari makan optimal (*optimal foraging theory*) yang diadaptasi untuk perilaku nelayan, di mana nelayan diasumsikan berusaha memaksimalkan perolehan per satuan upaya pada tingkat risiko yang dapat diterima.

1.1.3 Klasifikasi Daerah Penangkapan Ikan

Daerah penangkapan ikan dapat diklasifikasikan menggunakan berbagai dasar penggolongan. Klasifikasi ini bermanfaat untuk menyusun strategi pengelolaan dan pengaturan alat tangkap yang sesuai. Tabel 1.1 menyajikan ringkasan klasifikasi DPI yang umum digunakan.

Tabel 1. 1 Klasifikasi Daerah Penangkapan Ikan Berdasarkan Berbagai Kriteria

Dasar klasifikasi	Kategori	Ciri pokok
Jarak dari pantai	DPI pantai (inshore), lepas pantai (offshore), samudera (oceanic)	Semakin jauh dari pantai, kedalaman dan ukuran kapal yang dibutuhkan meningkat, sementara pengaruh daratan menurun
Kedalaman perairan	DPI perairan dangkal, paparan, lereng, dan laut dalam	Menentukan jenis alat tangkap dan komposisi sumber daya yang dieksploitasi
Sifat keberadaan	DPI permanen, musiman, dan temporer	DPI permanen terkait struktur habitat tetap sedangkan DPI musiman mengikuti dinamika

Dasar klasifikasi	Kategori	Ciri pokok
		oseanografi dan ruaya ikan
Target tangkapan	DPI pelagis kecil, pelagis besar, demersal, krustasea, dan elasmobranchia	Perbedaan preferensi habitat menyebabkan perbedaan lokasi dan waktu penangkapan
Cara pembentukan	DPI alami dan DPI buatan	DPI buatan dibentuk melalui rumpon, terumbu buatan, atau lampu pengumpul ikan
Status pengelolaan	DPI terbuka, terbatas, dan tertutup	Berkaitan dengan hak akses, zonasi, dan pengaturan jalur penangkapan

Pembagian berdasarkan jarak dari pantai memiliki implikasi langsung terhadap pengaturan jalur penangkapan di Indonesia, yang membatasi ukuran kapal dan jenis alat tangkap yang boleh beroperasi pada masing-masing jalur. Pengaturan ini dimaksudkan untuk melindungi nelayan skala kecil sekaligus mengurangi tekanan penangkapan pada perairan pantai yang berfungsi sebagai daerah asuhan (*nursery ground*) bagi banyak jenis ikan ekonomis penting. Sejak terbitnya kebijakan penangkapan ikan terukur, klasifikasi ruang penangkapan di Indonesia dilengkapi pula dengan pembagian zona berbasis WPPNRI beserta kuota penangkapan pada masing-masing zona; WPPNRI 711

yang meliputi perairan Selat Karimata, Laut Natuna, dan Laut Natuna Utara termasuk dalam zona 01 (PP No. 11 Tahun 2023).

1.1.4 Kedudukan DPI dalam Sistem Perikanan Tangkap

Dalam kerangka sistem perikanan tangkap, daerah penangkapan ikan merupakan salah satu dari empat komponen utama, di samping sumber daya ikan, unit penangkapan (kapal, alat tangkap, dan nelayan), serta prasarana pendukung seperti pelabuhan perikanan dan sistem pemasaran. Keempat komponen tersebut saling terkait sehingga perubahan pada satu komponen akan berdampak pada komponen lainnya. Pergeseran daerah penangkapan ikan ke arah yang lebih jauh dari pantai, misalnya, akan menuntut peningkatan kapasitas kapal, perubahan pola pembiayaan trip, serta penyesuaian rantai dingin dan sistem penanganan hasil tangkapan di pelabuhan.

Kedudukan DPI yang sentral menjadikannya sebagai titik masuk yang efektif dalam perencanaan pengelolaan perikanan berbasis ruang. Informasi yang akurat tentang sebaran DPI memungkinkan penetapan zonasi pemanfaatan, penentuan lokasi kawasan konservasi, pengaturan periode penutupan musiman, hingga perancangan skema pemantauan dan pengawasan yang lebih efisien.

1.1.5 Perkembangan Pemikiran tentang Konsep Daerah Penangkapan Ikan

Konsep daerah penangkapan ikan tidak lahir sekaligus sebagai satu definisi baku, melainkan berkembang secara bertahap sejalan dengan kemajuan ilmu oseanografi perikanan (fisheries oceanography). Pada masa awal, pemahaman tentang DPI sangat bertumpu pada pengalaman empiris nelayan yang

diwariskan secara lisan, berupa pengetahuan tentang lokasi, musim, dan tanda-tanda alam yang mengindikasikan keberadaan ikan. Pengetahuan semacam ini bersifat lokal, spesifik untuk suatu perairan, dan sulit digeneralisasi ke wilayah lain.

Pergeseran penting terjadi ketika oseanografi perikanan modern mulai berkembang pada pertengahan abad ke-20. Laevastu dan Hela memperkenalkan pendekatan yang menghubungkan secara sistematis parameter fisik-kimia perairan dengan distribusi dan kelimpahan ikan, sehingga DPI tidak lagi dipahami semata sebagai pengetahuan lokal, tetapi sebagai fenomena yang dapat dijelaskan dan diprediksi melalui hukum-hukum oseanografi yang berlaku umum (Laevastu & Hela, 1970). Pendekatan ini membuka jalan bagi upaya generalisasi konsep DPI melintasi berbagai wilayah perairan di dunia.

Tahap perkembangan berikutnya ditandai oleh masuknya perspektif ekologi populasi dan dinamika ekosistem ke dalam kajian DPI. Alih-alih memandang ikan sebagai objek pasif yang terbawa oleh kondisi lingkungan, pendekatan ini menekankan bahwa distribusi ikan merupakan hasil interaksi aktif antara proses fisik pembentuk lingkungan dan respons biologis-tingkah laku organisme terhadap lingkungan tersebut (Mann & Lazier, 2006). Pergeseran cara pandang ini memperkaya konsep DPI, dari sekadar "tempat ikan berada" menjadi "tempat pertemuan antara kondisi lingkungan yang mendukung dan kebutuhan hidup ikan pada fase tertentu dari siklus hidupnya".

Perkembangan paling mutakhir ditandai oleh masuknya teknologi penginderaan jauh satelit dan sistem informasi geografis ke dalam kajian DPI sejak akhir abad ke-20. Ketersediaan data suhu permukaan laut dan klorofil-a secara sinoptik memungkinkan konsep DPI

diterjemahkan ke dalam bentuk yang dapat diukur, dipetakan, dan diperbarui secara berkala, sehingga kajian DPI bertransformasi dari sekadar konsep deskriptif menjadi konsep yang operasional dan dapat diaplikasikan langsung dalam pengelolaan perikanan harian (Saitoh et al., 2011).

1.1.6 Prinsip Bakun: Pengayaan, Konsentrasi, dan Retensi

Salah satu kerangka konseptual yang paling berpengaruh dalam menjelaskan pembentukan DPI adalah triad yang dikemukakan oleh Bakun (1996), yang menyatakan bahwa keberhasilan reproduksi dan agregasi ikan pelagis kecil ditentukan oleh tiga proses fisik yang harus terjadi secara bersamaan pada suatu perairan, yaitu pengayaan (enrichment), konsentrasi (concentration), dan retensi (retention).

Proses pengayaan berkaitan dengan mekanisme yang memasok nutrien ke lapisan permukaan yang mendapat cahaya matahari (zona eufotik), misalnya melalui upwelling, percampuran turbulen, atau aliran sungai, sehingga produktivitas primer perairan dapat meningkat. Proses konsentrasi berkaitan dengan mekanisme fisik yang memusatkan pakan hasil produksi primer tersebut ke dalam lapisan atau zona yang relatif sempit, misalnya melalui konvergensi arus, front, atau stratifikasi termoklin, sehingga kepadatan pakan menjadi cukup tinggi untuk menunjang pertumbuhan larva ikan. Proses retensi berkaitan dengan mekanisme yang menahan telur, larva, dan juvenil ikan agar tetap berada pada habitat yang sesuai dan tidak tersapu keluar menuju perairan yang tidak mendukung kelangsungan hidupnya, misalnya melalui sistem pusaran arus (gyre) atau arus balik di dekat pantai.

Triad Bakun pada mulanya dikembangkan untuk menjelaskan variabilitas hasil tangkapan ikan pelagis kecil, namun kerangka ini kemudian banyak diadopsi secara lebih luas untuk menjelaskan pembentukan DPI pada umumnya, karena ketiga proses tersebut pada dasarnya juga mendasari pembentukan front, upwelling, dan pusaran arus yang telah dibahas sebagai faktor pembentukan DPI. Apabila salah satu dari ketiga proses tersebut tidak terpenuhi, misalnya perairan yang kaya nutrien namun tidak memiliki mekanisme retensi yang memadai, maka potensi perairan tersebut untuk berkembang menjadi DPI yang produktif dan berkelanjutan akan berkurang, meskipun secara sesaat kelimpahan ikan dapat saja teramati tinggi.

1.1.7 Skala Ruang dan Waktu dalam Konsep Daerah Penangkapan Ikan

Konsep DPI perlu dipahami secara berjenjang menurut skala keruangan yang ditinjau, karena proses dan faktor yang berperan berbeda pada setiap skala. Pada skala makro, DPI dipahami sebagai wilayah perairan yang luas, mencakup ratusan hingga ribuan kilometer persegi, yang dibatasi oleh sistem arus regional dan pola muson, sebagaimana tercermin dalam pembagian WPPNRI. Pada skala meso, DPI merujuk pada bagian dari wilayah makro tersebut yang dibentuk oleh fenomena oseanografi berskala menengah, seperti front, eddy, dan area upwelling, dengan cakupan puluhan hingga ratusan kilometer persegi dan bertahan dari beberapa hari hingga beberapa bulan (Bakun, 1996; Saitoh et al., 2011). Pada skala mikro, DPI merujuk pada titik atau area yang sangat sempit, misalnya sekitar rumpon, gundukan bawah laut, atau tubir karang, yang menjadi lokasi operasi penangkapan harian nelayan.

Ketiga skala tersebut saling terkait secara hierarkis: keberadaan DPI mikro pada suatu lokasi tertentu sangat dipengaruhi oleh apakah lokasi tersebut berada dalam jangkauan DPI meso yang sedang aktif, sedangkan keberadaan dan intensitas DPI meso itu sendiri dipengaruhi oleh kondisi DPI makro pada periode tersebut. Pemahaman berjenjang ini penting secara praktis, karena instrumen dan pendekatan yang tepat untuk mengenali DPI berbeda pada setiap skala; DPI makro dapat didekati melalui pola musiman dan iklim, DPI meso melalui citra satelit dan pemodelan oseanografi, sedangkan DPI mikro lebih efektif dikenali melalui pengetahuan lokal nelayan dan penggunaan alat bantu deteksi seperti echosounder (Simbolon, 2011).

Dimensi waktu memberikan pelengkap penting bagi dimensi ruang tersebut. Suatu lokasi yang secara ruang memenuhi seluruh syarat sebagai DPI dapat saja tidak produktif apabila diakses pada waktu yang tidak tepat, misalnya di luar musim ruaya atau pada fase bulan yang kurang mendukung. Oleh karena itu, konsep DPI yang lengkap semestinya selalu menyertakan dua unsur secara bersamaan, yaitu di mana (spasial) dan kapan (temporal), sebagai satu kesatuan informasi yang tidak dapat dipisahkan.

1.1.8 Perbedaan Konsep DPI dengan Konsep Ruang Perikanan Lainnya

Konsep DPI perlu dibedakan secara cermat dari beberapa konsep ruang perikanan lain yang sering digunakan secara berdampingan, agar tidak terjadi kerancuan dalam penerapannya. Daerah asuhan (nursery ground) merujuk pada wilayah tempat juvenil ikan tumbuh dan berkembang sebelum bermigrasi ke habitat dewasa, dan pada umumnya justru harus dilindungi dari penangkapan intensif, bukan dijadikan

sasaran DPI (Nybakken, 1988). Daerah pemijahan (spawning ground) merujuk pada lokasi dan waktu tertentu ketika ikan dewasa berkumpul untuk melakukan reproduksi; lokasi ini dapat tumpang tindih dengan DPI musiman, namun penangkapan yang berlebihan pada daerah dan waktu pemijahan berisiko tinggi menurunkan potensi rekrutmen generasi berikutnya (Effendie, 2002).

Jalur ruaya (migration route) merujuk pada lintasan yang dilalui ikan dalam perjalanannya antara habitat asuh, habitat mencari makan, dan habitat pemijahan, dan sering menjadi DPI yang bersifat sangat musiman serta terikat pada jendela waktu yang sempit. Habitat esensial (essential fish habitat) merupakan konsep yang lebih luas, mencakup seluruh jenis habitat yang diperlukan ikan pada berbagai fase hidupnya, termasuk daerah asuhan dan daerah pemijahan tersebut, sehingga tidak seluruh habitat esensial dapat atau boleh diperlakukan sebagai DPI (Nybakken, 1988).

Perbedaan mendasar antara DPI dan seluruh konsep tersebut terletak pada unsur keterlibatan aktivitas penangkapan yang menguntungkan secara ekonomi dan dibenarkan secara hukum, sebagaimana telah diuraikan pada Sub-bab 1.2.1. Suatu daerah asuhan atau daerah pemijahan tetap merupakan bagian penting dari ekologi ikan, tetapi sengaja tidak dikategorikan sebagai DPI aktif justru untuk menjaga keberlanjutan populasi yang menjadi sumber pengisian (recruitment) bagi DPI itu sendiri pada masa mendatang. Kekeliruan dalam membedakan konsep-konsep ini pada praktiknya dapat menimbulkan keputusan pengelolaan yang kontraproduktif, misalnya membuka daerah asuhan sebagai DPI permanen hanya karena ditemukan kelimpahan ikan yang tinggi pada suatu waktu pengamatan.

1.1.9 Konsep DPI dalam Perspektif Bioekonomi Perikanan

Di samping dimensi ekologis, konsep DPI juga memiliki landasan dalam ilmu ekonomi perikanan, khususnya melalui teori bioekonomi yang menggabungkan dinamika populasi ikan dengan perilaku ekonomi pemanfaatannya. Dalam kerangka bioekonomi, keputusan nelayan untuk memilih suatu DPI pada dasarnya merupakan keputusan alokasi upaya penangkapan (effort allocation) yang diarahkan untuk memaksimalkan keuntungan, yaitu selisih antara nilai hasil tangkapan dengan biaya operasional yang harus dikeluarkan untuk menjangkau dan mengoperasikan alat tangkap di lokasi tersebut (Gordon, 1954; Clark, 1990).

Biaya menjangkau suatu DPI meningkat secara proporsional dengan jarak dan waktu tempuh dari basis pendaratan, sehingga terdapat kecenderungan bahwa DPI yang berjarak lebih jauh hanya akan dipilih apabila selisih kelimpahan ikan di lokasi tersebut cukup besar untuk menutupi tambahan biaya yang timbul. Prinsip ini menjelaskan mengapa DPI yang sama dapat dianggap menguntungkan bagi kapal berukuran besar dengan daya jelajah tinggi, namun dianggap tidak layak secara ekonomi bagi nelayan skala kecil dengan kapal bermesin tempel, meskipun secara ekologis lokasi tersebut sama-sama kaya sumber daya ikan (Clark, 1990).

Konsep sewa ekonomi perikanan (resource rent) turut relevan dalam memahami DPI, karena DPI yang sangat produktif dan mudah diakses cenderung menarik upaya penangkapan secara berlebihan hingga keuntungan marjinalnya menyusut mendekati titik impas, sebuah fenomena yang dikenal sebagai pembuburan ekonomi (economic dissipation) dalam perikanan tangkap yang bersifat akses terbuka (open access). Pemahaman bioekonomi terhadap DPI dengan

demikian memberikan dasar argumentasi bagi kebijakan pembatasan akses, alokasi kuota, maupun penetapan zona penangkapan terukur, karena tanpa pembatasan tersebut, DPI yang paling produktif justru berisiko paling cepat mengalami penurunan produktivitas akibat tekanan penangkapan yang terkonsentrasi (Gordon, 1954).

1.1.10 Konsep DPI dalam Kerangka Pengelolaan Perikanan Berbasis Wilayah

Perkembangan mutakhir dalam pengelolaan perikanan menempatkan konsep DPI sebagai salah satu unit analisis dalam pendekatan ekosistem untuk pengelolaan perikanan (ecosystem approach to fisheries management). Pendekatan ini memandang DPI bukan sebagai lokasi yang berdiri sendiri, melainkan sebagai bagian dari kesatuan ekosistem perairan yang mencakup pula habitat pendukung, jenis-jenis nontarget yang berasosiasi, serta interaksi antara berbagai armada dan alat tangkap yang beroperasi pada wilayah yang sama.

Di Indonesia, kerangka ini terwujud melalui pembagian Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI), yang menjadikan konsep DPI melekat pada satuan ruang pengelolaan administratif tertentu dengan kuota dan pengaturan alat tangkap masing-masing (PP No. 11 Tahun 2023). Konsekuensinya, konsep DPI dalam konteks kebijakan tidak lagi sekadar pertanyaan ekologis “di mana ikan berkumpul”, tetapi juga pertanyaan kelembagaan “siapa yang berhak menangkap ikan di lokasi tersebut, dengan alat apa, dan dalam jumlah berapa”. Integrasi antara dimensi ekologis dan kelembagaan inilah yang menjadikan konsep DPI, sebagaimana akan lebih lanjut diuraikan melalui karakteristik dan faktor pembentukannya pada sub-bab berikutnya, sebagai salah

satu konsep kunci yang menjembatani ilmu perikanan tangkap dengan praktik pengelolaan sumber daya perairan yang berkelanjutan.

1.2 Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan

Karakteristik daerah penangkapan ikan dapat ditinjau dari dimensi fisik, kimia, biologi, serta dimensi ruang dan waktu. Pemahaman terhadap karakteristik ini menjadi dasar dalam menduga keberadaan DPI dan dalam menjelaskan mengapa suatu lokasi lebih produktif dibandingkan lokasi lainnya.

1.2.1 Karakteristik Fisik

Suhu perairan merupakan parameter fisik yang paling banyak digunakan sebagai penduga DPI karena bersifat mudah diukur, memiliki cakupan pengamatan satelit yang luas, dan berpengaruh langsung terhadap laju metabolisme ikan. Setiap jenis ikan memiliki kisaran suhu optimum yang relatif spesifik; ikan pelagis kecil di perairan Indonesia umumnya berasosiasi dengan suhu permukaan laut pada kisaran 27–30 °C, sedangkan tuna dan cakalang dapat ditemukan pada kisaran suhu yang lebih lebar karena kemampuan termoregulasi dan penyelaman vertikalnya. Sebagai gambaran, suhu permukaan laut rata-rata di WPPNRI 711 selama periode 2020–2024 berkisar antara 26,88 dan 30,82 °C, dengan nilai tertinggi pada Musim Peralihan I dan terendah pada Musim Barat (Sinurat *et al*., 2026). Selain nilai absolutnya, gradien suhu secara horizontal maupun vertikal justru sering lebih informatif, karena daerah dengan perubahan suhu yang tajam menandakan adanya pertemuan massa air yang kaya nutrien.

Kedalaman perairan dan konfigurasi dasar laut menentukan jenis alat tangkap yang dapat dioperasikan sekaligus jenis sumber daya yang tersedia. Daerah paparan benua dengan kedalaman kurang dari 200 meter umumnya menjadi lokasi utama perikanan demersal dan pelagis kecil, sedangkan lereng benua dan kawasan seamount menjadi lokasi penting bagi perikanan pelagis besar dan demersal laut dalam. Topografi dasar yang tidak rata, seperti gundukan bawah laut, tubir karang, dan tebing, sering menjadi titik konsentrasi ikan karena memicu percampuran vertikal massa air serta menyediakan tempat berlindung.

Arus, pasang surut, gelombang, dan kecerahan perairan melengkapi gambaran karakteristik fisik DPI. Arus berperan dalam transportasi telur dan larva, dalam pembentukan agregasi plankton, serta menentukan arah pemasangan alat tangkap pasif seperti jaring insang dan bagan. Kecerahan perairan berpengaruh terhadap efektivitas alat tangkap yang mengandalkan penglihatan ikan maupun pada alat tangkap berbasis cahaya, sementara tinggi gelombang menentukan batas keselamatan operasional armada skala kecil.

1.2.2 Karakteristik Kimia

Salinitas mencerminkan asal-usul massa air dan sering menjadi penciri daerah pertemuan air laut dengan air tawar. Daerah muara sungai dan estuaria yang bersalinitas rendah hingga payau merupakan DPI penting bagi udang, ikan bandeng alam, serta beberapa jenis ikan demersal yang toleran terhadap fluktuasi salinitas. Sebaliknya, salinitas yang tinggi dan stabil menandai massa air samudera yang umumnya menjadi habitat ikan pelagis besar. Di WPPNRI 711, salinitas rata-rata tercatat berkisar 31,67–33,17 psu dan cenderung lebih rendah di perairan pesisir Kalimantan dan

Sumatera akibat masukan air tawar dari sungai pada Musim Barat (Apriansyah *et al*., 2022; Sinurat *et al*., 2026).

Oksigen terlarut menentukan batas ruang hidup ikan secara vertikal. Lapisan dengan kadar oksigen minimum (*oxygen minimum layer*) dapat berfungsi sebagai pembatas alami yang memusatkan ikan pada lapisan di atasnya sehingga meningkatkan peluang tertangkap. Kandungan nutrien, terutama nitrat, fosfat, dan silikat, menjadi faktor pembatas produktivitas primer. Perairan yang memperoleh pasokan nutrien secara berkelanjutan, baik dari daratan melalui aliran sungai maupun dari lapisan dalam melalui proses pengangkatan massa air, cenderung memiliki produktivitas dan kelimpahan ikan yang lebih tinggi.

Parameter kualitas perairan lainnya, seperti derajat keasaman (pH) dan keberadaan bahan pencemar, semakin perlu diperhatikan dalam kajian DPI kontemporer. Akumulasi logam berat dan mikroplastik pada perairan yang berdekatan dengan kawasan industri, pelabuhan, dan permukiman padat berpotensi menurunkan mutu hasil tangkapan sekaligus menimbulkan risiko bagi keamanan pangan. Oleh sebab itu, penilaian kelayakan suatu DPI pada masa kini tidak cukup hanya menilai kuantitas hasil tangkapan, melainkan juga mutu dan keamanannya untuk dikonsumsi.

1.2.3 Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi DPI paling sering diwakili oleh konsentrasi klorofil-a sebagai indikator kelimpahan fitoplankton dan produktivitas primer perairan. Fitoplankton menjadi dasar rantai makanan yang menopang zooplankton, ikan pemakan plankton, hingga predator puncak. Perairan dengan konsentrasi klorofil-a

yang relatif tinggi dan stabil, terutama pada kisaran 0,2–1,0 mg/m^3 di perairan tropis, umumnya berasosiasi dengan hasil tangkapan yang baik untuk perikanan pelagis kecil.

Selain kelimpahan pakan, struktur komunitas dan keberadaan habitat esensial turut membentuk karakteristik biologi DPI. Ekosistem mangrove, padang lamun, dan terumbu karang berperan sebagai daerah pemijahan, asuhan, dan mencari makan bagi berbagai jenis ikan (Nybakken, 1988). Keterkaitan ekologis antara ketiga ekosistem tersebut menyebabkan produktivitas perikanan pantai sangat bergantung pada keutuhan habitat, sehingga kerusakan habitat akan berdampak pada penurunan hasil tangkapan meskipun upaya penangkapan tetap dipertahankan.

Tingkah laku ikan merupakan dimensi biologi yang secara langsung menentukan ketertangkapan (*catchability*). Pola bergerombol, ruaya harian secara vertikal mengikuti pergerakan plankton, ruaya musiman untuk memijah, serta kecenderungan berasosiasi dengan benda terapung merupakan perilaku yang dimanfaatkan secara luas dalam praktik penangkapan (Gunarso, 1985). Perbedaan perilaku antarjenis menjelaskan mengapa satu lokasi dapat menjadi DPI yang baik bagi satu jenis alat tangkap, namun kurang produktif bagi jenis alat tangkap lainnya.

1.2.4 Karakteristik Ruang dan Waktu

Ciri paling menonjol dari daerah penangkapan ikan adalah sifatnya yang dinamis. Posisi, luas, dan produktivitas suatu DPI berubah mengikuti skala waktu yang beragam, mulai dari skala harian yang terkait pasang surut dan siklus siang–malam, skala musiman yang mengikuti pergantian angin muson, hingga skala antartahunan yang dipengaruhi oleh anomali iklim. Sifat

dinamis ini menuntut pemutakhiran informasi secara berkala dan menjadikan pemantauan berbasis satelit sebagai instrumen yang sangat relevan.

Secara spasial, DPI sering membentuk pola menyerupai bercak (*patchy*) alih-alih terdistribusi merata. Fenomena ini dikenal sebagai hot spot perikanan, yaitu titik-titik dengan kelimpahan ikan yang jauh melampaui rata-rata perairan sekitarnya. Pengenalan terhadap pola bercak ini penting agar upaya penangkapan tidak tersebar secara tidak efisien dan agar pengaturan ruang penangkapan dapat difokuskan pada lokasi yang benar-benar kritis.

1.2.5 Tipologi Daerah Penangkapan Ikan di Perairan Indonesia

Keragaman kondisi biofisik tersebut membentuk pengelompokan DPI yang cukup khas menurut zona perairan, mulai dari pantai hingga samudera, dengan komposisi sumber daya serta armada dan alat tangkap yang berbeda pada setiap zona. Ringkasan tipologi tersebut disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Tipologi Daerah Penangkapan Ikan Berdasarkan Zona Perairan

Zona	Ciri lingkungan	Sumber daya dominan	Armada dan alat tangkap
Perairan pantai dan estuaria	Dangkal, keruh, salinitas berfluktuasi, dipengaruhi pasang surut	Udang, ikan demersal kecil, ikan pelagis kecil, kepiting	Kapal < 10 GT; jaring insang, sero, bubu, pukat pantai
Paparan dan	Kedalaman 20–200 m, dasar	Kembung, layang,	Kapal 10–30 GT; pukat

Zona	Ciri lingkungan	Sumber daya dominan	Armada dan alat tangkap
perairan kepulauan	pasir dan karang, produktivitas sedang	tenggiri, kakap, kerapu, pari dan hiu pantai	cincin, rawai dasar, jaring insang hanyut
Lepas pantai dan tepi paparan	Kedalaman > 200 m, pengaruh massa air samudera meningkat	Tongkol, cakalang, tuna kecil, ikan demersal laut dalam	Kapal 30–100 GT; pukat cincin besar, huhate, rawai
Samudera	Stratifikasi kuat, kejernihan tinggi, produktivitas rendah kecuali pada front dan eddy	Tuna sirip kuning, tuna mata besar, albakora, cucut samudera	Kapal > 100 GT; rawai tuna, pukat cincin samudera

Tipologi tersebut bersifat indikatif dan dapat bergeser sesuai kondisi lokal. Di perairan Kalimantan Barat yang termasuk WPPNRI 711, paparan yang luas dan relatif dangkal serta masukan air tawar dan bahan organik dari sungai-sungai besar menyebabkan perikanan pantai dan paparan mendominasi struktur produksi. Ikan tenggiri (Scomberomorus spp.) yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai Kalimantan Barat, misalnya, sebagian besar ditangkap dengan jaring insang oleh kapal berukuran sekitar 29–30 GT dengan lama trip 5–14 hari; hasil tangkapan per satuan upaya tertinggi terjadi pada Musim Timur dengan puncak pada bulan Juni dan terendah pada Musim Peralihan II (Sinurat *et al*., 2026).

1.3 Faktor Pembentukan Daerah Penangkapan Ikan

Pembentukan daerah penangkapan ikan merupakan hasil interaksi berjenjang antara faktor lingkungan fisik, proses biologi, dan intervensi manusia. Faktor fisik menyiapkan kondisi yang memungkinkan terjadinya pengayaan nutrien; faktor biologi menerjemahkan pengayaan tersebut menjadi biomassa yang dapat dipanen; sedangkan faktor manusia menentukan apakah biomassa tersebut benar-benar dieksploitasi (Bakun, 1996; Mann & Lazier, 2006). Kerangka berpikir ini membantu menjelaskan mengapa DPI tidak dapat dipahami hanya melalui satu disiplin ilmu.

1.3.1 Proses Pengangkatan Massa Air (Upwelling)

Upwelling adalah proses naiknya massa air dari lapisan dalam ke lapisan permukaan yang membawa serta nutrien hasil perombakan bahan organik. Di perairan Indonesia, upwelling yang paling dikenal terjadi di selatan Jawa hingga Nusa Tenggara pada musim timur, serta di Laut Banda dan Selat Makassar. Ciri perairan upwelling adalah suhu permukaan laut yang lebih rendah dibandingkan sekitarnya disertai peningkatan konsentrasi klorofil-a beberapa minggu setelahnya; pola sebaran dan waktu kemunculannya di perairan selatan Indonesia dapat dipantau secara rutin melalui citra satelit (Susanto *et al*., 2001; Swara *et al*., 2021). Jeda waktu antara pendinginan suhu dan peningkatan klorofil-a ini penting dipahami dalam pendugaan DPI, karena puncak hasil tangkapan umumnya terjadi setelah biomassa plankton terbentuk dan termanfaatkan oleh ikan.

1.3.2 Front dan Pertemuan Massa Air

Front merupakan zona batas pertemuan dua massa air dengan sifat berbeda, misalnya perbedaan suhu, salinitas, atau kekeruhan. Pada zona ini terjadi konvergensi yang memusatkan plankton, larva, dan bahan organik terapung, sehingga menarik ikan-ikan pemangsa untuk berkumpul. Front termal menjadi salah satu indikator utama yang digunakan dalam penyusunan peta prakiraan daerah penangkapan ikan melalui deteksi tepi pada citra suhu permukaan laut. Selain front termal, pertemuan air tawar dari sungai dengan air laut di wilayah muara juga membentuk front salinitas yang produktif dan menjadi DPI penting bagi perikanan skala kecil.

1.3.3 Pusaran Arus dan Struktur Termoklin

Pusaran arus, khususnya eddy siklonik, menyebabkan pengangkatan lapisan termoklin di bagian pusatnya sehingga nutrien terbawa ke zona eufotik. Struktur ini dapat bertahan beberapa minggu hingga beberapa bulan dan membentuk DPI yang relatif dapat diprediksi bagi perikanan pelagis besar. Kedalaman termoklin sendiri berperan sebagai pembatas vertikal distribusi ikan; termoklin yang dangkal cenderung memusatkan ikan pada lapisan permukaan dan meningkatkan efektivitas alat tangkap permukaan seperti pukat cincin, sedangkan termoklin yang dalam menyebarkan ikan secara vertikal dan lebih menguntungkan bagi rawai.

1.3.4 Musim, Angin Muson, dan Variabilitas Iklim

Sistem angin muson merupakan penggerak utama dinamika musiman DPI di Indonesia. Pergantian antara musim barat dan musim timur mengubah pola arus permukaan, tinggi gelombang, sebaran salinitas, serta

intensitas percampuran vertikal. Akibatnya, musim penangkapan (*fishing season*) bagi sebagian besar jenis ikan di perairan Indonesia menunjukkan pola musiman yang cukup konsisten dari tahun ke tahun (Mulsandi *et al*., 2024). Di WPPNRI 711, misalnya, hasil tangkapan dan nilai CPUE ikan tenggiri tertinggi konsisten terjadi pada Musim Timur, sedangkan Musim Peralihan II menjadi periode paling rendah (Kusnadi *et al*., 2024; Sinurat *et al*., 2026). Pada skala yang lebih panjang, ENSO dan IOD memodifikasi intensitas upwelling dan curah hujan sehingga dapat menggeser lokasi dan memperpendek atau memperpanjang durasi musim penangkapan; tren pemanasan suhu permukaan laut di perairan Indonesia sendiri telah terdokumentasi sejak beberapa dekade terakhir (Habibie & Nuraini, 2014). Pemahaman terhadap variabilitas ini menjadi semakin penting dalam konteks perubahan iklim, yang diperkirakan akan menggeser sebaran banyak jenis ikan ke arah lintang yang lebih tinggi, ke perairan yang lebih dalam, atau mengikuti gradien lingkungan lokal seperti arus dan sistem upwelling (Palacios-Abrantes *et al*., 2025).

1.3.5 Struktur Habitat dan Substrat Dasar

Tidak semua DPI dibentuk oleh proses oseanografi yang dinamis. Sebagian DPI, terutama pada perikanan demersal dan perikanan karang, terbentuk karena keberadaan struktur habitat yang tetap. Terumbu karang, gundukan bawah laut, tubir, serta dasar berlumpur yang kaya bentos menjadi lokasi konsentrasi ikan secara terus-menerus. DPI jenis ini bersifat lebih permanen, namun justru lebih rentan terhadap tekanan penangkapan berlebih karena posisinya mudah diketahui dan dapat dikunjungi berulang kali.

1.3.6 Faktor Biologi dan Tingkah Laku Ikan

Ruaya merupakan faktor biologi paling menentukan dalam pembentukan DPI musiman. Ruaya pemijahan menyebabkan ikan berkumpul pada lokasi dan periode tertentu dengan kepadatan yang sangat tinggi, sebagaimana terlihat pada perikanan tenggiri, lemuru, dan beberapa jenis ikan karang. Ruaya mencari makan mengarahkan ikan menuju daerah yang kaya pakan, sedangkan ruaya harian secara vertikal menyebabkan ketersediaan ikan berubah menurut waktu dalam sehari. Perilaku berasosiasi dengan benda terapung juga menjadi dasar ilmiah bagi penggunaan rumpon, karena banyak jenis pelagis cenderung berkumpul di sekitar objek terapung sebagai titik pertemuan yang mempermudah pembentukan gerombolan (Fréon & Dagorn, 2000; Siswantoputri *et al*., 2024).

Struktur populasi turut memengaruhi kualitas suatu DPI. Suatu lokasi yang didominasi oleh individu berukuran kecil dan belum matang gonad sebaiknya tidak dijadikan sasaran penangkapan intensif meskipun kelimpahannya tinggi, karena eksploitasi pada tahap tersebut akan menurunkan potensi rekrutmen di masa mendatang. Pertimbangan ini menempatkan ukuran pertama kali matang gonad sebagai salah satu kriteria penting dalam menilai kelayakan suatu DPI (Effendie, 2002). Analisis produktivitas dan kerentanan stok ikan tenggiri di WPPNRI 711, misalnya, menunjukkan perlunya kehati-hatian dalam memanfaatkan sumber daya pelagis besar yang bernilai ekonomi tinggi (Noegroho, 2019).

1.3.7 Faktor Antropogenik, Teknologi, dan Sosial-Ekonomi

Campur tangan manusia dapat membentuk DPI baru sekaligus meniadakan DPI yang telah ada. Pemasangan rumpon, terumbu buatan, dan penggunaan lampu pengumpul ikan merupakan contoh pembentukan DPI buatan yang secara nyata mengubah pola sebaran upaya penangkapan. Di sisi lain, reklamasi pantai, pengerukan alur pelayaran, pembuangan limbah industri dan domestik, serta konversi mangrove menjadi tambak dapat menurunkan produktivitas perairan dan menghilangkan fungsi daerah asuhan, sehingga DPI di sekitarnya mengalami penurunan hasil secara permanen.

Perkembangan teknologi navigasi dan deteksi ikan turut mengubah cara DPI dikenali dan dimanfaatkan. Penggunaan GPS, echosounder, dan akses terhadap informasi satelit memungkinkan nelayan menjangkau lokasi yang sebelumnya sulit ditemukan secara berulang. Peningkatan efisiensi ini bersifat dua sisi: menurunkan biaya operasional dan risiko melaut, namun sekaligus meningkatkan tekanan penangkapan efektif pada lokasi yang sama. Faktor sosial-ekonomi seperti harga bahan bakar, permintaan pasar, ketersediaan modal, sistem bagi hasil, serta kebijakan perizinan pada akhirnya menentukan lokasi mana yang benar-benar dipilih nelayan sebagai daerah operasi penangkapan.

1.4 Pendekatan Pendugaan dan Pemetaan Daerah Penangkapan Ikan

Pendugaan DPI secara ilmiah pada umumnya dilakukan dengan memadukan data hasil tangkapan dan data lingkungan. Data hasil tangkapan per satuan upaya (*catch per unit effort*, CPUE) yang dilengkapi posisi geografis operasi

penangkapan dijadikan peubah respons (Zainuddin *et al*., 2013), sedangkan parameter lingkungan seperti suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a, tinggi paras laut, kedalaman, dan salinitas dijadikan peubah penjelas. Hubungan keduanya dianalisis menggunakan pendekatan statistik seperti regresi berganda, analisis komponen utama, model aditif terampat (*generalized additive model*), maupun teknik pembelajaran mesin, lalu divisualisasikan dalam sistem informasi geografis (Saitoh *et al*., 2011; Pratama *et al*., 2024). Sumber data lingkungan kini tidak terbatas pada citra Aqua/Terra MODIS, tetapi juga mencakup luaran reanalisis seperti Copernicus Marine Service yang menyediakan suhu, salinitas, dan arus secara berlapis (Sinurat *et al*., 2026).

Di Indonesia, informasi DPI operasional disediakan melalui Peta Prakiraan Daerah Penangkapan Ikan (PPDPI) yang disusun oleh unit riset kelautan Kementerian Kelautan dan Perikanan. Peta tersebut dibangun berdasarkan deteksi front suhu dan sebaran kesuburan perairan dari citra satelit, kemudian diterbitkan secara berkala dan dapat diakses secara terbuka. Kajian serupa pada skala regional juga telah dilakukan untuk WPPNRI 711, baik untuk ikan tongkol komo maupun untuk siklus kemunculan daerah potensial penangkapan ikan sepanjang dekade terakhir (Permana *et al*., 2019; Pratama *et al*., 2023a; Pratama *et al*., 2023b; Fadillah *et al*., 2024). Tantangan pemanfaatannya terletak pada tingkat literasi teknologi nelayan, ketersediaan sinyal komunikasi di laut, serta kesesuaian resolusi spasial peta dengan skala operasi nelayan kecil, sehingga upaya pendampingan dan penyuluhan tetap diperlukan agar informasi tersebut benar-benar berdampak.

Pendekatan partisipatif yang memadukan pengetahuan ekologi lokal nelayan dengan data penginderaan jauh terbukti memberikan hasil yang lebih kontekstual. Nelayan memiliki pemahaman rinci mengenai penanda lokasi, waktu operasi yang tepat, dan perubahan jangka panjang yang mereka amati,

sedangkan penginderaan jauh memberikan cakupan spasial yang luas dan konsisten. Integrasi keduanya memperkuat validitas hasil dan meningkatkan penerimaan informasi di tingkat pengguna.

1.5 Implikasi bagi Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan

Pemahaman mengenai konsep, karakteristik, dan faktor pembentukan DPI memiliki konsekuensi langsung terhadap kebijakan pengelolaan. Pertama, karena DPI bersifat dinamis, pengaturan ruang penangkapan perlu memiliki keluwesan untuk menyesuaikan diri dengan pergeseran musiman dan antartahunan. Proyeksi terkini bahkan menunjukkan bahwa sebagian besar stok ikan lintas batas akan mengalami pergeseran sebaran yang nyata pada 2030 dan 2050 pada berbagai skenario iklim, sehingga kerangka tata kelola yang bersifat statis berisiko menjadi tidak relevan (Palacios-Abrantes *et al*., 2025). Kedua, karena sebagian DPI terbentuk oleh struktur habitat yang tetap dan mudah ditemukan, diperlukan pembatasan upaya dan pengaturan alat tangkap yang lebih ketat pada lokasi tersebut untuk mencegah penangkapan berlebih yang terlokalisasi.

Ketiga, keterkaitan antara mutu lingkungan dan mutu hasil tangkapan menuntut agar penilaian DPI mempertimbangkan aspek keamanan pangan, khususnya pada perairan yang menerima beban pencemar dari daratan. Keempat, karena keputusan nelayan dalam memilih DPI dipengaruhi oleh faktor ekonomi, kebijakan yang hanya mengandalkan pendekatan larangan tanpa menyediakan alternatif yang layak secara ekonomi cenderung sulit diterapkan. Kelima, pengelolaan DPI perlu diselaraskan dengan pendekatan ekosistem dalam pengelolaan perikanan yang menempatkan dimensi sumber daya, habitat, teknologi,

sosial-ekonomi, dan kelembagaan dalam satu kerangka penilaian yang utuh.

Daerah penangkapan ikan merupakan konsep yang menggabungkan dimensi ekologis, teknis, ekonomis, dan legal secara bersamaan. Suatu perairan baru dapat disebut sebagai daerah penangkapan ikan apabila di dalamnya tersedia sumber daya ikan yang layak tangkap, dapat dijangkau dan dioperasikan dengan alat tangkap tertentu secara aman, memberikan keuntungan ekonomi, serta tidak melanggar ketentuan yang berlaku. Karakteristiknya ditentukan oleh parameter fisik, kimia, dan biologi perairan yang bekerja secara bersamaan dan berubah menurut ruang dan waktu.

Pembentukan DPI didorong oleh proses oseanografi seperti upwelling, front, dan pusaran arus yang mengayakan perairan; oleh struktur habitat yang menyediakan tempat berlindung dan mencari makan; oleh perilaku dan ruaya ikan yang menyebabkan terjadinya agregasi; serta oleh intervensi manusia melalui teknologi pengumpul ikan maupun melalui tekanan lingkungan yang ditimbulkannya. Dengan memahami ketiga aspek tersebut secara terpadu, kegiatan penangkapan ikan dapat dirancang agar lebih efisien, lebih aman, dan yang terpenting, lebih berkelanjutan bagi generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

Apriansyah, Atmadipoera, A. S., Jaya, I., Nugroho, D., & Akhir, M. F. (2022). Seasonal oceanographic changes and their implications for the abundance of small pelagic fishes in the southern South China Sea. Regional Studies in Marine Science, 54, 102499. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102499

Bakun, A. (1996). Patterns in the Ocean: Ocean Processes and Marine Population Dynamics. La Paz: California Sea Grant College System & Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

Clark, C. W. (1990). Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.

Effendie, M. I. (2002). Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.

Fadillah, A. N., Husaine, N. A. V., Nafisah, K. F., Apriyani, L., Hanifah, N., Rosalia, A. A., & Afni, D. N. (2024). Analisis daerah potensial penangkapan ikan tenggiri menggunakan citra satelit Aqua MODIS di WPPNRI 711. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan, 8(2), 159–167. https://doi.org/10.36355/semahjpsp.v8i2.1651

FAO. (2026). The State of World Fisheries and Aquaculture 2026. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fréon, P., & Dagorn, L. (2000). Review of fish associative behaviour: Toward a generalisation of the meeting point hypothesis. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10(2), 183–207.

Gordon, H. S. (1954). The economic theory of a common-property resource: The fishery. Journal of Political Economy, 62(2), 124–142. https://doi.org/10.1086/257497

Gunarso, W. (1985). Tingkah Laku Ikan dalam Hubungannya dengan Alat, Metode dan Taktik Penangkapan. Bogor: Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.

Habibie, M. N., & Nuraini, T. A. (2014). Karakteristik dan tren perubahan suhu permukaan laut di Indonesia periode 1982–2009. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 15(1), 37–49. https://doi.org/10.31172/jmg.v15i1.171

Kusnadi, S. A., Farhaby, A. M., & Muftiadi, M. R. (2024). Analisis CPUE dan pola musim penangkapan ikan tenggiri (Scomberomorus spp.) yang didaratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan Kurau, Kabupaten Bangka Tengah. Jurnal Sumberdaya Perairan, 18(1), 83–95. https://doi.org/10.33019/akuatik.v18i1.5230

Laevastu, T., & Hayes, M. L. (1981). Fisheries Oceanography and Ecology. Farnham: Fishing News Books Ltd.

Laevastu, T., & Hela, I. (1970). Fisheries Oceanography: New Ocean Environmental Services. London: Fishing News (Books) Ltd.

Mann, K. H., & Lazier, J. R. N. (2006). Dynamics of Marine Ecosystems: Biological–Physical Interactions in the Oceans (3rd ed.). Oxford: Blackwell Publishing.

Mulsandi, A., Koesmaryono, Y., Hidayat, R., Faqih, A., & Sopaheluwakan, A. (2024). Detecting Indonesian monsoon signals and related features using space–time singular value decomposition (SVD). Atmosphere, 15(2), 187. https://doi.org/10.3390/atmos15020187

Noegroho, T. (2019). Productivity and susceptibility analysis of Indo-Pacific king mackerel in IFMA 711 waters. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 744(1), 012049. https://doi.org/10.1088/1755-1315/744/1/012049

Nontji, A. (2007). Laut Nusantara (Edisi revisi). Jakarta: Djambatan.

Nybakken, J. W. (1988). Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis (Terjemahan H. M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, & S. Sukardjo). Jakarta: PT Gramedia.

Palacios-Abrantes, J., Santos, B. S., Frölicher, T. L., Reygondeau, G., Sumaila, U. R., Wabnitz, C. C. C., & Cheung, W. W. L. (2025). Climate change drives shifts in straddling fish stocks in the world's ocean. Science Advances, 11(31), eadq5976. https://doi.org/10.1126/sciadv.adq5976

Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 18/PERMEN-KP/2014 tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 36, Tambahan Lembaran Negara Nomor 6853. Jakarta: Sekretariat Negara.

Permana, G. I., Kushadiwijayanto, A. A., & Prayitno, D. I. (2019). Variabilitas musiman daerah potensial ikan di WPP-RI 711 periode 2016–2018. Jurnal Laut Khatulistiwa, 2(3), 131–137. https://doi.org/10.26418/lkuntan.v2i3.35022

Pratama, G. B., Baihaqi, F., & Aisyah. (2024). Studi literatur: Pengaruh parameter oseanografi terhadap kelimpahan

ikan pelagis. Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan, 13(2), 66–73. https://doi.org/10.26618/o.v13i2.16539

Pratama, M. R., Kushadiwijayanto, A. A., & Nurrahman, Y. A. (2023a). Pemetaan daerah potensial penangkapan ikan tongkol komo (Euthynnus affinis) di WPP-RI 711. Jurnal Laut Khatulistiwa, 6(2), 108–118. https://doi.org/10.26418/lkuntan.v6i2

Pratama, S. S., Kushadiwijayanto, A. A., & Risko. (2023b). Cycle of potential fishing area of WPPNRI 711 year 2011–2020. Jurnal Laut Khatulistiwa, 6(1), 19–29. https://doi.org/10.26418/lkuntan.v6i1

Saitoh, S.-I., Mugo, R., Radiarta, I N., Asaga, S., Takahashi, F., Hirawake, T., Ishikawa, Y., Awaji, T., In, T., & Shima, S. (2011). Some operational uses of satellite remote sensing and marine GIS for sustainable fisheries and aquaculture. ICES Journal of Marine Science, 68(4), 687–695. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq190

Simbolon, D. (2011). Bioekologi dan Dinamika Daerah Penangkapan Ikan. Bogor: IPB Press.

Sinurat, S. D. O., Apriansyah, & Sofiana, M. S. J. (2026). Pengaruh parameter oseanografi terhadap hasil tangkapan ikan tenggiri (Scomberomorus spp.) di WPPNRI 711. Buletin Oseanografi Marina, 15(2), 259–272. https://doi.org/10.14710/buloma.v15i2.79316

Siswantoputri, U. Z., Rochaddi, B., & Ismanto, A. (2024). Pengaruh parameter oseanografi terhadap hasil tangkapan ikan layang di area rumpon perairan Pacitan. Indonesian Journal of Oceanography, 6(2), 121–131. https://doi.org/10.14710/ijoce.v6i2.17523

Susanto, R. D., Gordon, A. L., & Zheng, Q. (2001). Upwelling along the coasts of Java and Sumatra and its relation to ENSO. Geophysical Research Letters, 28(8), 1599–1602. https://doi.org/10.1029/2000GL011844

Swara, I. G. M. A., Karang, I. W. G. A., & Indrawan, G. S. (2021). Analisis pola sebaran area upwelling di selatan Indonesia menggunakan citra MODIS Level 2. Journal of Marine Research and Technology, 4(1), 56–62. https://doi.org/10.24843/JMRT.2021.v04.i01.p09

Wyrtki, K. (1961). Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters. NAGA Report Vol. 2. La Jolla: Scripps Institution of Oceanography, University of California.

Zainuddin, M., Nelwan, A., Farhum, St. A., Najamuddin, Hajar, M. A. I., Kurnia, M., & Sudirman. (2013). Pemetaan zona potensi penangkapan ikan cakalang periode April–Juni di Teluk Bone dengan teknologi remote sensing. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 19(3), 167–173. https://doi.org/10.15578/jppi.19.3.2013.167-173.

BAB 2

WILAYAH PENGELOLAAN PERIKANAN INDONESIA

Oleh Ady Jufri

2.1 Konsep, Kedudukan dan Landasan Pengelolaan WPPNRI

2.1.1 Konsep Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan karakteristik geografis, oseanografis, ekologis, dan sosial-ekonomi yang sangat kompleks. Wilayah laut Indonesia mencakup berbagai tipe perairan, mulai dari perairan pesisir, selat, teluk, laut dangkal, laut dalam, hingga wilayah Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) (Simanjuntak, 2025). Kondisi tersebut menyebabkan sumber daya ikan tersebar secara tidak merata dalam ruang dan waktu. Distribusi ikan dipengaruhi oleh karakteristik habitat, produktivitas primer, suhu, salinitas, arus, kedalaman, ketersediaan makanan, musim, siklus reproduksi, serta tekanan penangkapan.

Konsekuensinya, pengelolaan perikanan tidak dapat dilakukan hanya berdasarkan batas administrasi pemerintahan seperti kabupaten atau provinsi. Sumber daya ikan tidak mengenal batas administratif. Ikan dapat bergerak dari satu wilayah ke wilayah lain mengikuti

perubahan habitat, ketersediaan makanan, proses reproduksi, dan kondisi oseanografi. Oleh karena itu, diperlukan suatu unit spasial pengelolaan yang memungkinkan sumber daya ikan, aktivitas penangkapan, ekosistem, serta kepentingan manusia dikelola secara terintegrasi.

Dalam sistem pengelolaan perikanan Indonesia, unit tersebut dikenal sebagai Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI). Secara umum, WPPNRI merupakan wilayah pengelolaan perikanan untuk penangkapan ikan dan pembudidayaan ikan yang meliputi perairan Indonesia, Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia, serta perairan darat yang potensial untuk diusahakan. Definisi WPPNRI juga tercermin dalam regulasi dan metadata statistik nasional (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2014).

WPPNRI pada dasarnya bukan sekadar pembagian wilayah pada peta. WPPNRI merupakan unit spasial pengelolaan sumber daya ikan yang berfungsi menghubungkan informasi mengenai potensi sumber daya ikan, tingkat pemanfaatan, aktivitas penangkapan, kondisi ekosistem, karakteristik sosial-ekonomi masyarakat, dan kebijakan pengelolaan.

Dengan demikian, konsep WPPNRI memiliki tiga dimensi utama. Pertama, dimensi ekologis, yaitu WPPNRI menjadi ruang tempat sumber daya ikan dan ekosistemnya berada. Kedua, dimensi ekonomi, yaitu WPPNRI menjadi ruang berlangsungnya aktivitas produksi perikanan tangkap dan berbagai kegiatan ekonomi turunannya. Ketiga, dimensi tata kelola, yaitu WPPNRI menjadi ruang untuk menyusun kebijakan, rencana pengelolaan, pengawasan, dan pengendalian pemanfaatan sumber daya ikan.

Dalam perspektif ilmu perikanan, keberadaan WPPNRI sangat penting karena memberikan kerangka spasial bagi analisis dinamika sumber daya ikan. Data produksi, effort, CPUE, ukuran ikan, komposisi spesies, daerah penangkapan, dan parameter oseanografi dapat dianalisis berdasarkan wilayah pengelolaan tertentu. Pendekatan tersebut memungkinkan pertanyaan-pertanyaan ilmiah seperti: bagaimana distribusi sumber daya ikan pada suatu WPPNRI? Apakah stok telah mengalami tekanan penangkapan? Bagaimana hubungan antara effort dengan hasil tangkapan? Bagaimana perubahan suhu permukaan laut memengaruhi distribusi ikan? Apakah terdapat perubahan lokasi daerah penangkapan ikan dari tahun ke tahun?

Pertanyaan tersebut menjadi semakin penting dalam konteks pengembangan daerah penangkapan ikan (DPI). DPI memiliki skala yang lebih kecil dan lebih dinamis dibandingkan WPPNRI. Jika WPPNRI merupakan unit pengelolaan regional, DPI merupakan ruang operasional tempat nelayan menangkap ikan atau wilayah yang diprediksi mempunyai peluang penangkapan relatif tinggi.

2.1.2 Landasan Hukum Pengelolaan Perikanan

Pengelolaan perikanan Indonesia memiliki landasan hukum yang relatif panjang dan berkembang mengikuti perubahan kebutuhan pengelolaan sumber daya. Salah satu fondasi utamanya adalah Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan, yang kemudian diubah melalui Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009. Kedua regulasi tersebut menjadi dasar penting penyelenggaraan pengelolaan sumber daya ikan, penangkapan ikan, konservasi, pengawasan, dan berbagai aspek perikanan lainnya (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 45, 2009).

Kerangka hukum tersebut menegaskan pentingnya pengelolaan sumber daya ikan secara berkelanjutan. Artinya, pemanfaatan sumber daya ikan harus mempertimbangkan keberlanjutan sumber daya dan lingkungannya, sekaligus memberikan manfaat sosial dan ekonomi bagi masyarakat. Perkembangan berikutnya ditandai dengan semakin kuatnya pendekatan berbasis wilayah. Salah satu instrumen pentingnya adalah Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyusunan Rencana Pengelolaan Perikanan dan Lembaga Pengelola Perikanan di WPPNRI. Regulasi tersebut berstatus berlaku dan mengatur penyusunan Rencana Pengelolaan Perikanan serta kelembagaan pengelolaan pada tingkat WPPNRI.

Rencana Pengelolaan Perikanan atau RPP mempunyai arti strategis karena menjadi instrumen untuk menerjemahkan informasi ilmiah menjadi arah pengelolaan. RPP idealnya memuat informasi mengenai kondisi sumber daya ikan, habitat dan ekosistem, aktivitas pemanfaatan, kondisi sosial-ekonomi, permasalahan pengelolaan, tujuan, strategi, serta tindakan pengelolaan.

Perkembangan kebijakan yang lebih baru terlihat melalui Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur (PIT). PP tersebut mendefinisikan penangkapan ikan terukur sebagai penangkapan ikan yang dilakukan secara terkendali dan proporsional berdasarkan kuota penangkapan ikan untuk menjaga kelestarian sumber daya ikan dan lingkungannya sekaligus mendukung pemerataan pertumbuhan ekonomi. Zona penangkapan ikan terukur mencakup WPPNRI dan laut lepas (PP Nomor 11 Tahun 2023, 2023).

Konsep tersebut memberikan konsekuensi penting terhadap cara memahami WPPNRI. WPPNRI tidak lagi hanya menjadi unit pencatatan atau pengelompokan statistik, tetapi semakin kuat sebagai unit spasial untuk pengendalian pemanfaatan sumber daya ikan. Dalam implementasi Penangkapan Ikan Terukur, pengaturan dapat berkaitan dengan area penangkapan, jumlah ikan yang dapat ditangkap, musim penangkapan, jumlah dan ukuran kapal, alat penangkapan ikan, pelabuhan pendaratan, serta berbagai aspek operasional lainnya. Oleh sebab itu, WPPNRI harus dipahami sebagai bagian dari sistem pengelolaan yang menghubungkan aspek ekologi, ekonomi, sosial, teknologi, dan kelembagaan.

2.1.3 WPPNRI sebagai Unit Pengelolaan Sumber Daya Ikan

Penggunaan WPPNRI sebagai unit pengelolaan mempunyai beberapa keuntungan. Pertama, data perikanan dapat dikonsolidasikan berdasarkan ruang yang relatif konsisten. Kedua, status sumber daya dapat dianalisis berdasarkan wilayah. Ketiga, kebijakan dapat disesuaikan dengan karakteristik masing-masing wilayah. Keempat, konflik pemanfaatan sumber daya dapat lebih mudah diidentifikasi. Kelima, pengawasan dapat diarahkan berdasarkan tingkat risiko dan intensitas kegiatan.

Namun demikian, WPPNRI bukan berarti identik dengan batas ekologis absolut. Ekosistem laut bersifat terbuka dan saling terhubung. Ikan pelagis besar, misalnya, dapat bermigrasi melewati beberapa wilayah pengelolaan. Arus laut juga menghubungkan berbagai ekosistem. Oleh karena itu, pengelolaan WPP perlu memperhatikan konektivitas ekologis.

Konsep tersebut sejalan dengan pendekatan *Ecosystem Approach to Fisheries* (EAF) yang dikembangkan FAO. Pendekatan EAF menekankan integrasi pengelolaan perikanan dengan pengelolaan ekosistem, sehingga dampak penangkapan terhadap ekosistem, interaksi antarspesies, habitat, serta dimensi manusia harus diperhitungkan (FAO, 2008).

Dalam konteks Indonesia, pendekatan *Ecosystem Approach to Fisheries Management* (EAFM) juga telah dikembangkan sebagai kerangka pengelolaan yang mempertimbangkan berbagai domain keberlanjutan, termasuk sumber daya ikan, habitat, teknik penangkapan, sosial, ekonomi, dan kelembagaan. Kajian mengenai EAFM di Indonesia menunjukkan pentingnya indikator seperti CPUE, ukuran ikan, proporsi ikan juvenil, dan komposisi spesies dalam menilai kondisi perikanan (Medea, Yuliana and Anwar, 2025).

Dengan demikian, WPPNRI sebaiknya dipahami sebagai ruang sosial-ekologis. Di dalamnya terdapat ikan, habitat, nelayan, kapal, pelabuhan, industri pengolahan, pasar, pemerintah, masyarakat pesisir, kawasan konservasi, jalur pelayaran, serta berbagai aktivitas pemanfaatan ruang laut lainnya.

2.2 Karakteristik dan Pembagian 11 WPPNRI

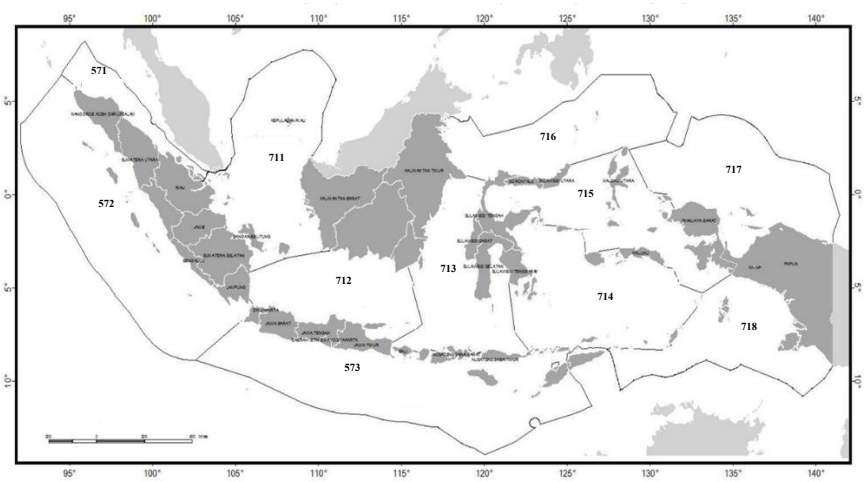
Indonesia memiliki 11 WPPNRI laut, yaitu WPPNRI 571, 572, 573, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, dan 718. Klasifikasi tersebut masih digunakan dalam statistik nasional dan dokumen perencanaan KKP. Pembagian 11 WPPNRI tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Pembagian WPPNRI

WPPNRI	Cakupan perairan utama	Karakteristik umum
571	Selat Malaka dan Laut Andaman	Perairan semi-tertutup, pesisir, tekanan aktivitas tinggi
572	Samudera Hindia barat Sumatera dan Selat Sunda	Laut terbuka, monsun, upwelling
573	Samudera Hindia selatan Jawa–Nusa Tenggara, Laut Sawu dan Timor barat	Upwelling, arus lintas Indonesia, kepulauan
711	Selat Karimata, Laut Natuna dan Laut Natuna Utara	Paparan dangkal, wilayah strategis dan lintas batas
712	Laut Jawa	Laut dangkal, produktivitas tinggi, intensitas penangkapan tinggi
713	Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores dan Laut Bali	Selat dan laut kepulauan, dinamika arus kompleks
714	Teluk Tolo dan Laut Banda	Laut dalam, kepulauan, monsun dan upwelling
715	Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut	Kompleks teluk, laut kepulauan dan habitat pesisir

	Seram dan Teluk Berau	
716	Laut Sulawesi dan utara Halmahera	Laut terbuka dan wilayah perbatasan
717	Teluk Cenderawasih dan Samudera Pasifik	Teluk semi-tertutup dan laut terbuka
718	Laut Aru, Laut Arafura dan Timor timur	Paparan luas, produktivitas tinggi, perikanan demersal

Sumber: (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2014)



Gambar 2. 1 Peta WPPNRI

(Sumber :(Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2014))

Pembagian wilayah WPPNRI berdasarkan gambar 2.1 tidak semata-mata didasarkan pada batas administratif provinsi atau kabupaten, tetapi merupakan kombinasi antara karakteristik geografis-laut, oseanografi, ekologi, distribusi

sumber daya ikan, pola pemanfaatan perikanan, serta kebutuhan pengelolaan perikanan sebagai satuan wilayah. Hal yang penting untuk ditulis dalam buku adalah: angka "11" merupakan penetapan kebijakan/regulasi, sedangkan landasan ilmiahnya adalah upaya mengelompokkan perairan Indonesia ke dalam unit-unit yang memiliki karakteristik ekologis, oseanografis, sumber daya ikan, dan aktivitas perikanan yang relatif dapat dikelola sebagai satu kesatuan. Pembagian 11 WPP kemudian pertama kali ditegaskan melalui Permen KP No. PER.01/MEN/2009, dan selanjutnya diperbarui melalui regulasi berikutnya. Literatur KKP juga menyebut bahwa pembagian tersebut digunakan untuk menjamin pemanfaatan sumber daya secara optimal dan berkelanjutan (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2009).

2.2.1 WPPNRI 571

WPPNRI 571 mencakup perairan Selat Malaka dan Laut Andaman. Karakteristik utama wilayah ini adalah dominasi perairan yang relatif dangkal dan semi-tertutup serta intensitas aktivitas manusia yang tinggi. Produktivitas perairan pesisir mendukung keberadaan pelagis kecil, demersal, udang, dan berbagai sumber daya pesisir. Akan tetapi, tingginya aktivitas penangkapan menjadikan kapasitas penangkapan dan tingkat pemanfaatan sebagai aspek penting. Bagi pengembangan DPI, faktor seperti kedalaman, salinitas, produktivitas perairan, pasang surut, arus, dan kedekatan dengan garis pantai dapat menjadi variabel penting (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022).

2.2.2 WPPNRI 572

WPPNRI 572 mencakup Samudera Hindia sebelah barat Sumatera dan Selat Sunda. Wilayah ini mempunyai karakter laut terbuka dengan pengaruh kuat monsun dan proses oseanografi regional. Salah satu karakter penting

kawasan Samudera Hindia Indonesia adalah keberadaan fenomena upwelling pada periode tertentu. Upwelling membawa massa air kaya nutrien ke permukaan dan dapat meningkatkan produktivitas primer. Produktivitas tersebut kemudian dapat memengaruhi rantai makanan dan distribusi ikan pelagis. Dalam konteks DPI, suhu permukaan laut dan klorofil-a dapat digunakan sebagai indikator lingkungan. Namun, interpretasi kedua parameter tersebut harus dilakukan bersama informasi musim, arus, kedalaman, dan hasil tangkapan.

2.2.3 WPPNRI 573

WPPNRI 573 mencakup Samudera Hindia sebelah selatan Jawa hingga sebelah selatan Nusa Tenggara, Laut Sawu, serta Laut Timor bagian barat. KKP menggunakan cakupan tersebut dalam dokumen perencanaan WPPNRI. WPP ini memiliki karakter oseanografi yang sangat kompleks karena merupakan wilayah pertemuan pengaruh monsun, arus lintas Indonesia, dan proses upwelling. Wilayah tersebut juga sangat penting bagi perikanan tuna dan cakalang. Karena ikan pelagis besar dapat melakukan migrasi dalam wilayah yang luas, pengelolaannya tidak dapat hanya mempertimbangkan lokasi penangkapan pada satu periode.

2.2.4 WPPNRI 711

WPPNRI 711 meliputi Selat Karimata, Laut Natuna, dan Laut Natuna Utara. Wilayah ini mempunyai arti strategis dari sisi ekonomi, perikanan, transportasi laut, dan geopolitik. Dari perspektif perikanan, kondisi perairan dangkal dan produktivitas wilayah paparan dapat mendukung berbagai sumber daya ikan. Namun, tingginya aktivitas manusia menyebabkan pengelolaan ruang menjadi kompleks. Penentuan DPI di wilayah ini harus mempertimbangkan bukan hanya kondisi

oseanografi, tetapi juga jalur pelayaran, kawasan konservasi, aktivitas ekonomi lainnya, serta aspek pengawasan.

2.2.5 WPPNRI 712

WPPNRI 712 meliputi Laut Jawa. Laut Jawa merupakan salah satu wilayah perikanan dengan aktivitas pemanfaatan yang sangat tinggi. Kondisi laut yang relatif dangkal, pengaruh monsun, masukan nutrien dari daratan, serta kepadatan penduduk di kawasan sekitarnya membentuk karakteristik yang berbeda dengan WPP di laut terbuka. Permasalahan utama pengelolaan antara lain tekanan penangkapan, konflik ruang, perubahan habitat pesisir, dan kebutuhan menjaga produktivitas sumber daya.

2.2.6 WPPNRI 713

WPPNRI 713 mencakup Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores, dan Laut Bali. WPPNRI 713 mempunyai arti khusus bagi penelitian daerah penangkapan ikan di kawasan Sulawesi Barat karena Selat Makassar merupakan salah satu komponen utama WPP tersebut. Wilayah ini mempunyai karakter oseanografi yang kompleks akibat kombinasi bentuk selat, kedalaman, arus, monsun, dan konektivitas dengan perairan sekitarnya. Sumber daya yang dimanfaatkan sangat beragam, mulai dari pelagis kecil, pelagis besar, demersal, ikan karang, udang, rajungan, cumi-cumi, hingga ikan terbang (Indah Yani, Mutmainnah and Jufri, 2026).

Dalam konteks penangkapan ikan terbang, daerah potensial penangkapan dapat dipengaruhi oleh interaksi antara suhu permukaan laut, front termal, klorofil-a, arus, musim, fase bulan, dan karakteristik habitat. Dengan demikian, WPPNRI 713 merupakan contoh yang baik

untuk menunjukkan bahwa DPI bukan merupakan lokasi yang tetap, tetapi suatu fenomena spasial-temporal yang berubah mengikuti kondisi lingkungan dan perilaku ikan (Jufri *et al.*, 2026).

2.2.7 WPPNRI 714

WPPNRI 714 meliputi Teluk Tolo dan Laut Banda. Karakteristik wilayah ini dipengaruhi oleh laut dalam, sistem kepulauan, monsun, dan dinamika oseanografi regional. Laut Banda memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan laut dangkal seperti Laut Jawa. Distribusi ikan dapat dipengaruhi oleh proses upwelling, arus, kedalaman, dan dinamika produktivitas.

2.2.8 WPPNRI 715

WPPNRI 715 meliputi Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, dan Teluk Berau. Wilayah ini sangat kompleks karena mencakup teluk, laut kepulauan, laut terbuka, dan habitat pesisir. Terumbu karang, mangrove, padang lamun, dan habitat pelagis membentuk sistem ekologis yang saling berhubungan. Karena kompleksitas tersebut, pendekatan pengelolaan berbasis ekosistem sangat diperlukan.

2.2.9 WPPNRI 716

WPPNRI 716 meliputi Laut Sulawesi dan sebelah utara Pulau Halmahera. Wilayah ini mempunyai karakter laut terbuka dan juga memiliki dimensi lintas batas. Sumber daya pelagis besar menjadi salah satu komponen penting. Pengelolaan perlu memperhatikan pergerakan ikan dan keterkaitannya dengan perairan regional.

2.2.10 WPPNRI 717

WPPNRI 717 meliputi Teluk Cenderawasih dan Samudera Pasifik. Wilayah ini mempunyai kombinasi habitat teluk dan laut terbuka. Teluk Cenderawasih juga memiliki ekosistem pesisir yang penting bagi keberlanjutan perikanan. Pengelolaan wilayah ini perlu menggabungkan konservasi habitat, pengelolaan perikanan lokal, serta pengelolaan sumber daya pelagis yang mempunyai mobilitas tinggi.

2.2.11 WPPNRI 718

WPPNRI 718 meliputi Laut Aru, Laut Arafura, dan Laut Timor bagian timur. Wilayah ini merupakan salah satu kawasan perikanan penting Indonesia. Karakter paparan yang luas dan produktivitas yang tinggi mendukung berbagai sumber daya demersal dan udang. Akan tetapi, produktivitas tinggi juga dapat menarik effort yang besar sehingga diperlukan pengendalian pemanfaatan. WPPNRI 718 menunjukkan bahwa daerah dengan potensi sumber daya besar tidak secara otomatis berarti daerah tersebut dapat dieksploitasi tanpa batas. Justru semakin tinggi produktivitas dan nilai ekonominya, semakin penting sistem pengendalian dan pengawasan.

2.3 Potensi Sumber Daya Ikan, JTB, dan Tingkat Pemanfaatan WPPNRI

2.3.1 Potensi Sumber Daya Ikan

Indonesia Pengelolaan perikanan membutuhkan informasi mengenai besarnya sumber daya ikan yang tersedia. Dalam kebijakan nasional, salah satu dokumen penting adalah Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022

tentang estimasi potensi sumber daya ikan, jumlah tangkapan ikan yang diperbolehkan, dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan pada WPPNRI. Regulasi tersebut berstatus berlaku.

Kelompok sumber daya yang digunakan dalam keputusan tersebut meliputi (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022):

1. ikan pelagis kecil;
2. ikan pelagis besar;
3. ikan demersal;
4. ikan karang;
5. udang penaeid;
6. lobster;
7. kepiting;
8. rajungan; dan
9. cumi-cumi.

Pengelompokan tersebut memperlihatkan bahwa pengelolaan WPPNRI tidak dapat didasarkan pada satu angka total produksi. Setiap kelompok sumber daya mempunyai karakter biologis, habitat, siklus hidup, mobilitas, dan respons terhadap penangkapan yang berbeda.

Berdasarkan Kepmen KP No. 19 Tahun 2022, estimasi potensi dari kelompok sumber daya tersebut berbeda antar-WPP. Sebagai contoh, WPPNRI 718 mempunyai estimasi total sekitar 2,64 juta ton, sedangkan WPPNRI 717 sekitar 425 ribu ton. WPPNRI 573 mempunyai estimasi sekitar 1,34 juta ton dan WPPNRI 713 sekitar 1,07 juta ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2023).

2.3.2 Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan

Konsep penting berikutnya adalah Jumlah Tangkapan Ikan yang Diperbolehkan (JTB). JTB merupakan instrumen kehati-hatian dalam pengelolaan sumber daya ikan. Secara konseptual: JTB < Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak seluruh potensi sumber daya ikan dapat dimanfaatkan.

Perbedaan antara potensi dan JTB diperlukan untuk memberikan ruang bagi keberlanjutan stok, ketidakpastian ilmiah, variabilitas lingkungan, dan kebutuhan menjaga kemampuan reproduksi populasi. Dalam konteks penentuan DPI, JTB mempunyai implikasi penting. Lokasi yang mempunyai CPUE tinggi tidak otomatis boleh dikembangkan sebagai daerah penangkapan secara intensif. Informasi produktivitas lokal harus dibandingkan dengan kondisi stok pada tingkat WPP.

2.3.2 Tingkat Pemanfaatan

Tingkat pemanfaatan merupakan indikator penting dalam mengevaluasi tekanan penangkapan. Jika tingkat pemanfaatan rendah, masih terdapat ruang tertentu untuk pengembangan pemanfaatan dengan tetap mempertimbangkan prinsip kehati-hatian. Jika tingkat pemanfaatan tinggi, pengelolaan perlu diarahkan pada pengendalian effort. Jika tingkat pemanfaatan menunjukkan tekanan berlebih, tindakan pengurangan effort atau pembatasan pemanfaatan menjadi semakin penting. Data KKP menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan dapat berbeda secara signifikan antara kelompok sumber daya bahkan dalam satu WPP. Sebagai contoh, WPPNRI 713 memiliki tingkat pemanfaatan yang berbeda antara pelagis kecil, pelagis besar, demersal, ikan karang, dan kelompok sumber daya lainnya.

2.3.2 Hubungan Potensi dengan Daerah Penangkapan Ikan

Hubungan antara potensi sumber daya dan DPI dapat digambarkan dalam kerangka berikut: Potensi sumber daya → distribusi stok → habitat ikan → konsentrasi ikan → daerah potensial penangkapan → effort → hasil tangkapan → evaluasi stok. Rangkaian tersebut menunjukkan bahwa DPI bukan hanya persoalan keberadaan ikan.

Daerah penangkapan yang baik harus memenuhi sekurang-kurangnya empat kondisi:

1. terdapat sumber daya ikan;
2. ikan dapat ditangkap secara efektif;
3. operasi penangkapan secara ekonomi layak;
4. aktivitas tersebut sesuai dengan aturan pengelolaan.

Oleh karena itu, konsep DPI harus dibedakan dari konsep "daerah dengan biomassa ikan tinggi".

Catch Per Unit Effort (CPUE) merupakan salah satu indikator penting dalam analisis perikanan.

Secara sederhana:

CPUE = Catch / Effort

CPUE dapat digunakan untuk mengevaluasi perubahan produktivitas perikanan dari waktu ke waktu. Namun, CPUE tidak boleh langsung dianggap sebagai indeks kelimpahan absolut ikan. Perubahan CPUE dapat dipengaruhi oleh:

1. perubahan teknologi;
2. perubahan alat tangkap;
3. perubahan strategi nelayan;
4. perubahan lokasi operasi;
5. perubahan target spesies;
6. perubahan kemampuan kapal;

7. perubahan musim;
8. perubahan kondisi lingkungan.

2.4 Penangkapan Ikan Terukur (PIT)

Menurut aturan yang termuat dalam (PP Nomor 11 Tahun 2023, 2023), penangkapan ikan terukur (PIT) adalah suatu pendekatan dalam pengelolaan perikanan yang bertujuan untuk menetapkan batasan yang tepat dalam hal jumlah ikan yang dapat ditangkap dengan memperhitungkan kapasitas reproduksi populasi ikan tersebut serta kondisi ekosistem secara keseluruhan. Pendekatan ini berfokus pada memastikan bahwa tingkat penangkapan ikan tidak melebihi kapasitas reproduksi populasi tersebut, sehingga dapat menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Menurut (Trenggono, 2023) kegiatan PIT ini diharapkan untuk menjaga kelestarian sumberdaya perikanan dengan tetap mempertimbangkan aspek sosial ekonomi pelaku usaha dan nelayan.

Penangkapan ikan terukur dilakukan pada zona yang telah ditentukan yang berada dalam wilayah pengelolaan perikanan (WPPNRI) di perairan laut dan perairan lepas untuk dimanfaatkan dan dikelola dengan penangkapan ikan secara terukur. Terdapat 6 zona penangkapan ikan terukur (tabel 2.2). Pada zona tersebut, diperuntukkan untuk daerah penangkapan ikan dan daerah penangkapan ikan terbatas. PIT lahir mengingat perlunya pembatasan kegiatan penangkapan ikan terkait kontrol input dan pembatasan izin usaha penangkapan (Zaini, 2021).

Tabel 2. 2 Zona penangkapan ikan terukur

Zona	Wilayah Perairan
1	WPPNRI 711 meliputi: perairan Selat Karimata, Laut Natuna bagian Utara dan Laut Natuna

2	WPPNRI 716 (perairan Laut Sulawesi, sebelah utara Pulau Halmahera), WPPNRI 717 (perairan teluk Cenderawasih dan S. Pasifik) dan Laut Lepas Samudera Pasifik
3	WPPNRI 714 (perairan Teluk Tolo dan Laut Banda) WPPNRI 715 (perairan Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, dan Teluk Berau), WPPNRI 718 (perairan Laut Aru, Laut Arafuru dan Laut Timor bagian timur)
4	WPPNRI 572 (perairan Samudera Hindiasbeelah barat sematera dan Selat Sunda), WPPNRI 573 (perairan Samudera Hindia sebelah Selatan jawa, Laut Sawu, dan Laut timor bagian barat
5	WPPNRI 571 (perairan Selat Malaka dan Laut Andaman)
6	WPPNRI 712 (perairan Laut Jawa), WPPNRI 713 (Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Folores dan Laut Bali

(Sumber: PP Nomor 11, 2023)

Prinsip yang perlu diperhatikan dalam kegiatan penangkapan terukur yaitu:

1. Penetapan Kuota Penangkapan: Mengidentifikasi jumlah maksimum ikan yang dapat ditangkap dari suatu populasi ikan dalam periode waktu tertentu.
2. Pemantauan Tangkapan: Melakukan pemantauan secara terus-menerus terhadap jumlah ikan yang ditangkap untuk memastikan bahwa kuota penangkapan tidak terlampaui.
3. Penilaian Populasi: Melakukan penilaian terhadap populasi ikan secara berkala untuk memperkirakan

jumlah populasi, tingkat pertumbuhan, dan kapasitas reproduksi mereka.

4. Pengaturan Periode Penangkapan: Menetapkan waktu dan tempat yang tepat untuk melakukan penangkapan ikan agar tidak mengganggu siklus reproduksi dan pertumbuhan populasi ikan.

5. Penggunaan Alat Tangkap yang Selektif: Menggunakan alat tangkap yang dapat memilih ikan target dengan lebih efisien, mengurangi risiko penangkapan ikan non-target atau ikan yang masih terlalu kecil.

Pendekatan penangkapan terukur merupakan strategi pengelolaan yang penting untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan jangka panjang dan mencegah terjadinya overfishing (FAO, 1995). Penangkapan ikan terukur memiliki beberapa manfaat yang signifikan, terutama dalam konteks pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Berikut adalah beberapa manfaat utama dari pendekatan penangkapan ikan terukur meliputi (Zaini, 2021):

6. Keberlanjutan Sumber Daya: Dengan menetapkan kuota penangkapan yang sesuai dengan kapasitas reproduksi populasi ikan, penangkapan terukur membantu mencegah overfishing dan menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan.

7. Pemulihan Populasi: Dengan memastikan bahwa penangkapan ikan tidak melebihi tingkat reproduksi populasi, penangkapan terukur memungkinkan populasi ikan untuk pulih dan meningkatkan jumlahnya.

8. Pengelolaan Ekosistem: Penangkapan terukur mempertimbangkan dampak penangkapan terhadap ekosistem secara keseluruhan, termasuk spesies non-target dan habitat, sehingga membantu menjaga keseimbangan ekosistem laut.

9. Kesejahteraan Nelayan: Dengan menetapkan kuota penangkapan yang adil dan berkelanjutan, penangkapan terukur membantu melindungi mata pencaharian nelayan dan memastikan bahwa mereka dapat terus menghasilkan pendapatan yang stabil dari perikanan.

Kebijakan penangkapan ikan terukur (PIT) ini memang masih dilakukan pengkajian lebih lanjut oleh Kementerian, hal ini bisa terlihat pada surat edaran yang dikeluarkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan-RI Nomor: B.1954/MEN-KP/XI/2023 mengenai relaksasi kebijakan pada masa transisi pelaksanaan penangkapan ikan terukur. Adapun isi dari edaran tersebut yaitu terkait penundaan pelaksanaan kebijakan PIT berdasarkan sistem kuota. Penundaan tersebut meliputi pelaksanaan kouta penangkapan ikan dan sertifikat kuota bagi nelayan dalam melaksanakan operasi penangkapan, yang pada awalnya dijadwalkan pada musim penangkapan 2024 diundur pada tahun 2025 (KKP, 2023).

Kegiatan relaksasi kebijakan PIT ini bertujuan untuk pemantapan persiapan dikarenakan KKP dinilai belum siap, kesiapan infrastruktur yang masih minim dan terjadi kekhawatiran privatisasi perairan/laut yang dilakukan oleh konglomerat perikanan. Pada masa ini, kementerian kelautan dan perikanan diharapkan meningkatkan edukasi, sosialisasi secara langsung ke pemangku kepentingan bidang perikanan. Selain itu, perlu dilakukan internalisasi tata kelola perikanan untuk memaksimalkan kesiapan semua hal sebelum penerapan PIT.

Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia merupakan instrumen penting dalam pengelolaan sumber daya ikan Indonesia. Keberadaan 11 WPPNRI memberikan kerangka spasial untuk

mengorganisasikan data, menganalisis status sumber daya, menyusun rencana pengelolaan, mengembangkan sistem pengawasan, dan mengendalikan pemanfaatan sumber daya ikan. Kesebelas WPPNRI mempunyai karakteristik ekologis, oseanografis, sosial, ekonomi, dan perikanan yang berbeda. Oleh karena itu, kebijakan pengelolaan tidak dapat diseragamkan.

2.5 Implikasi WPPNRI Terhadap Pengelolaan Daerah Penangkapan Ikan

Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) memiliki kedudukan yang sangat penting dalam pengelolaan daerah penangkapan ikan (DPI), karena WPPNRI menyediakan kerangka spasial dan kelembagaan bagi pemanfaatan sumber daya ikan. Dalam konteks pengelolaan perikanan modern, DPI tidak dapat dipandang hanya sebagai lokasi tempat ikan ditangkap, tetapi merupakan bagian dari suatu sistem ekologis, ekonomi, teknologi, sosial, dan regulasi yang saling berinteraksi. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 22 Tahun 2021 menempatkan WPPNRI sebagai ruang pengelolaan yang dilengkapi dengan Rencana Pengelolaan Perikanan dan kelembagaan pengelola, sedangkan Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2023 menempatkan WPPNRI sebagai bagian dari zona penangkapan ikan terukur. Dengan demikian, keberadaan WPPNRI memberikan dasar bagi pengelolaan DPI secara lebih terarah, terukur, dan berbasis kondisi sumber daya (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022).

Salah satu implikasi utama WPPNRI terhadap pengelolaan DPI adalah tersedianya kerangka spasial untuk menghubungkan distribusi sumber daya ikan dengan aktivitas penangkapan. Secara ekologis, ikan tidak tersebar secara homogen di seluruh wilayah laut. Distribusi dan kelimpahan ikan dipengaruhi oleh karakteristik habitat,

kedalaman, suhu, salinitas, arus, produktivitas primer, ketersediaan makanan, musim, fase kehidupan, serta interaksi antarorganisme. Oleh karena itu, suatu WPPNRI dapat memiliki beberapa daerah dengan tingkat kesesuaian habitat dan potensi penangkapan yang berbeda. DPI pada dasarnya merupakan bagian dari ruang WPPNRI yang mempunyai kondisi lingkungan dan sumber daya yang relatif mendukung kegiatan penangkapan pada waktu tertentu.

Dalam konteks tersebut, WPPNRI dapat dipandang sebagai unit pengelolaan pada skala makro, sedangkan DPI merupakan unit operasional pada skala yang lebih spesifik dan dinamis. Hubungan tersebut dapat digambarkan sebagai suatu hierarki spasial, yaitu WPPNRI mencakup berbagai subwilayah perairan yang mempunyai karakteristik oseanografi dan ekologi tertentu, kemudian karakteristik tersebut membentuk habitat yang sesuai bagi kelompok ikan tertentu, dan selanjutnya konsentrasi ikan pada habitat tertentu membentuk daerah potensial penangkapan. Dengan demikian, pemetaan DPI sebaiknya tidak dilakukan secara terpisah dari konteks WPPNRI, karena status dan aturan pengelolaan pada tingkat WPP dapat menentukan bagaimana suatu daerah potensial dapat dimanfaatkan.

Hubungan antara WPPNRI dan DPI menjadi semakin penting setelah diterapkannya kerangka Penangkapan Ikan Terukur. PP Nomor 11 Tahun 2023 menetapkan bahwa kuota penangkapan ikan pada zona penangkapan ikan terukur ditetapkan pada setiap WPPNRI dan dihitung dengan mempertimbangkan potensi sumber daya ikan yang tersedia, jumlah tangkapan yang diperbolehkan, dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan. Ketentuan tersebut menunjukkan bahwa informasi mengenai DPI tidak dapat hanya berorientasi pada pertanyaan “di mana ikan berada?”, tetapi juga harus menjawab “berapa banyak ikan yang dapat ditangkap?” dan “bagaimana aktivitas penangkapan tersebut memengaruhi keberlanjutan sumber daya?”.

Dengan demikian, pemetaan DPI perlu ditempatkan dalam suatu kerangka pengelolaan bertingkat. Pada tingkat pertama, WPPNRI memberikan informasi mengenai konteks wilayah pengelolaan dan status sumber daya. Pada tingkat kedua, informasi habitat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah yang secara ekologis sesuai bagi spesies atau kelompok ikan tertentu. Pada tingkat ketiga, data perikanan digunakan untuk mengidentifikasi konsentrasi effort dan hasil tangkapan. Pada tingkat keempat, informasi regulasi digunakan untuk menentukan apakah wilayah tersebut dapat dimanfaatkan, dibatasi, atau dilarang untuk kegiatan penangkapan. Pendekatan tersebut menghasilkan pemetaan DPI yang tidak hanya bersifat ekologis, tetapi juga bersifat *ecological–fisheries–regulatory mapping*.

Keberadaan WPPNRI juga mempunyai hubungan erat dengan konsep daerah penangkapan ikan. WPPNRI merupakan unit pengelolaan pada skala regional, sedangkan DPI merupakan unit operasional yang lebih dinamis. DPI terbentuk sebagai hasil interaksi antara karakteristik habitat, kondisi oseanografi, distribusi ikan, teknologi penangkapan, aktivitas nelayan, musim, dan regulasi.

Dalam konteks perkembangan teknologi, penginderaan jauh, GIS, VMS, AIS, *e-logbook*, *artificial intelligence*, dan *participatory mapping* memberikan peluang besar untuk meningkatkan kualitas informasi DPI. Namun, teknologi tersebut harus ditempatkan dalam kerangka pengelolaan WPPNRI dan prinsip keberlanjutan (Syofyanto *et al.*, 2011).

Dengan demikian, pemetaan daerah penangkapan ikan tidak boleh hanya diarahkan untuk menemukan lokasi dengan kemungkinan ikan yang tinggi. Pemetaan harus menjawab pertanyaan yang lebih luas: di mana ikan berada, mengapa ikan berada di sana, kapan ikan berada di sana, berapa besar tekanan penangkapan, apakah lokasi tersebut boleh dimanfaatkan, dan bagaimana pemanfaatannya dapat dilakukan secara berkelanjutan.

Dengan demikian, WPPNRI seharusnya tidak hanya dipahami sebagai pembagian wilayah perairan Indonesia, tetapi sebagai unit pengelolaan sosial-ekologis yang menjadi dasar integrasi antara informasi sumber daya, ruang penangkapan, teknologi, kelembagaan, dan kebijakan. Dalam konteks pengelolaan daerah penangkapan ikan, pemahaman tersebut sangat penting karena keberhasilan pengelolaan DPI tidak hanya ditentukan oleh kemampuan menemukan lokasi ikan, tetapi juga oleh kemampuan memastikan bahwa aktivitas penangkapan berlangsung pada lokasi, waktu, intensitas, teknologi, dan skala yang sesuai dengan daya dukung sumber daya dan ekosistem.

Dengan perspektif tersebut, pengelolaan DPI dapat diarahkan pada tiga tujuan utama secara simultan, yaitu meningkatkan efisiensi operasi penangkapan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat perikanan, dan mempertahankan keberlanjutan sumber daya ikan serta ekosistem laut. Pendekatan inilah yang selanjutnya menjadi landasan penting dalam pembahasan mengenai karakteristik dan faktor pembentuk daerah penangkapan ikan pada bagian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

FAO (1995) *Code of Conduct for Responsible Fisheries*. Rome.

FAO (2008) *Fisheries Management*. Rome: FAO.

Indah Yani, F., Mutmainnah, N. and Jufri, A. (2026) "Dinamika SPL dan Klorofil-A terhadap Potensi Penangkapan Ikan Cakalang (Katsuwonus Pelamis) Berbasis Data Citra Satelit Sentinel-3 di Perairan Sulawesi Barat," *Jurnal Galung Tropika*, 15(2), pp. 227–236. Available at: https://doi.org/10.31850/jgt.v15i2.1532.

Jufri, A. *et al.* (2026) "Thermal Front Variability and Its Relationship with Chlorophyll-a Distribution in Flying Fish Capture in the Makassar Strait," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics. Available at: https://doi.org/10.1088/1755-1315/1603/1/012044.

Kementerian Kelautan dan Perikanan (2009) "Peraturan Menteri Kementerian Kelautan dan Perikanan tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan."

Kementerian Kelautan dan Perikanan (2014) *Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Indonesia Nomor 18 Tahun 2014 Tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia*.

Kementerian Kelautan dan Perikanan (2022) "Keputusan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2022. Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan, Jumlah Tangkapan Ikan Yang Diperbolehkan, Dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia."

Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023) *Statistik Kelautan dan Perikanan 2023*. Jakarta.

KKP (2023) *Surat Edaran Nomor: B.1954/MEN-KP/XI/2023 tentang Relaksasi Kebijakan pada Masa Transisi Pelaksanaan Penangkapan Ikan Terukur*.

Medea, J.J., Yuliana, E. and Anwar, K. (2025) "Status Pengelolaan Perikanan Tuna (Thunnus Sp.) Di Kabupaten Kepulauan Sangihe Dengan Ecosystem Approach to Fisheries Management (EAFM)," *Albacore*, 9(2), pp. 197–206.

PP Nomor 11 Tahun 2023 (2023) *Penangkapan Ikan Terukur*.

Simanjuntak, M. (2025) "Penegakan Hukum Di Zona Ekonomi Eksklusif Berdasarkan Konvensi Pbb Tahun 1982 Tentang Hukum Laut Dan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1983 Tentang Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia," *Honeste Vivere*, 35(1), pp. 36–49. Available at: https://doi.org/10.55809/hv.v35i1.420.

Syofyanto, H. *et al.* (2011) *Pemetaan Partisipatif Taman Nasional Perairan Laut Sawu*.

Trenggono, S.W. (2023) "Penangkapan Ikan Terukur Berbasis Kuota Untuk Keberlanjutan Sumber Daya Perikanan Di Indonesia," *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1, p. 1. Available at: https://doi.org/10.15578/jkpt.v1i0.12057.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 45 (2009) *Tentang Perikanan*.

Zaini, M. (2021) *Kebijakan Penangkapan Terukur. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap*. Jakarta.

BAB 3

PROSES OSEANOGRAFI PEMBENTUK DAERAH PENANGKAPAN IKAN

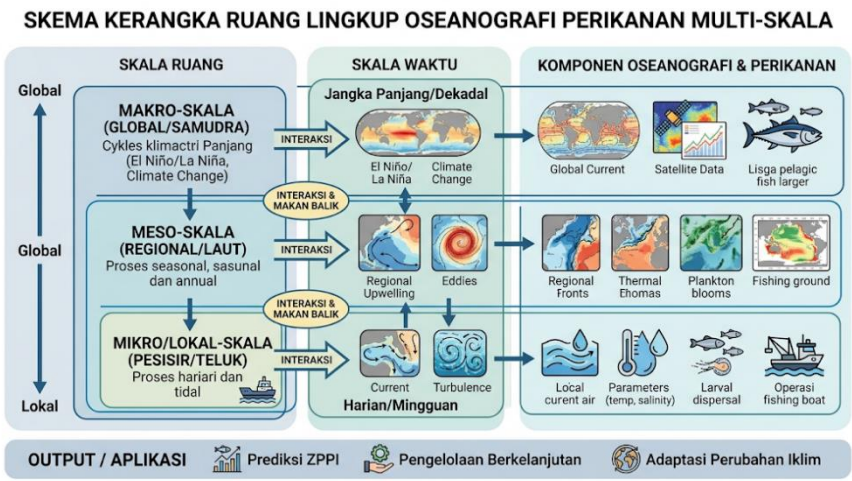
Oleh Fitri Indah Yani

3.1 Konsep Dasar Oseanografi dalam Pembentukan Daerah Penangkapan Ikan

Pembentukan daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) di laut tidak terjadi secara acak, melainkan merupakan manifestasi dari interaksi dinamis antara proses-proses oseanografi dengan respons fisiologis, ekologis, dan perilaku organisme ikan (Zainuddin et al., 2017; Santos et al., 2021). Lautan merupakan lingkungan multidimensi yang variabel fisika, kimia, dan biologinya terus mengalami perubahan secara spasial maupun temporal. Lingkungan akuatik ini membatasi serta mengarahkan pergerakan, migrasi, pemijahan, dan agregasi spesies ikan pelagis maupun demersal (Pickens et al., 2021). Pemahaman mengenai konsep dasar oseanografi menjadi fondasi utama dalam ilmu iktiologi perikanan dan manajemen sumber daya hayati laut untuk memprediksi keberadaan serta kelimpahan stok ikan secara akurat (Pitcher & Lam, 2020; FAO, 2024).

3.1.1 Pengertian dan Ruang Lingkup Oseanografi Perikanan

Oseanografi perikanan (*fisheries oceanography*) didefinisikan sebagai cabang ilmu interdisipliner yang mempelajari hubungan sebab-akibat (*cause-and-effect relationships*) antara dinamika lingkungan laut (fisika, kimia, biologi, dan geologi) dengan biologi, ekologi, fluktuasi populasi, serta pola distribusi sumber daya ikan (La Demi et al., 2020; Pitcher & Lam, 2020). Berbeda dari oseanografi murni yang sering kali berfokus pada dinamika fluida laut atau siklus geokimia secara independen, oseanografi perikanan menempatkan organisme perikanan—khususnya ikan—sebagai pusat perhatian ekologis (*ecological focal point*) (Polovina et al., 2017).



Gambar 3. 1Skema Kerangka Ruang Lingkup Oseanografi Perikanan Multi-Skala

Ruang lingkup oseanografi perikanan mencakup analisis komprehensif pada berbagai skala spasial dan temporal (Santos et al., 2021):

1. Skala Spasial:

1. **Mikro-skala (1–10 km)**: Mempelajari agregasi lokal ikan di sekitar struktur fisik seperti terumbu karang, *front* temperatur skala kecil, atau Gunung Laut (*seamount*) dan Rumpon (*Fish Aggregation Devices* / FADs) (Baidai et al., 2020).
2. **Meso-skala (10–100 km)**: Berfokus pada fenomena *upwelling* lokal, pusaran arus (*mesoscale eddies*), dan sistem *front* oseanik yang menjadi tempat penumpukan nutrien serta pakan (Pickens et al., 2021; Front et al., 2022).
3. **Makro-skala / Skala Basin (>1000 km)**: Melibatkan sirkulasi arus lintas samudra (seperti Arus Lintas Indonesia / Arlindo), pola iklim global, dan jalur migrasi trans-samudra spesies ikan migratori jauh seperti tuna (*Thunnus* spp.) (Suniada, 2025; Yoneyama et al., 2020).

4. Skala Temporal:

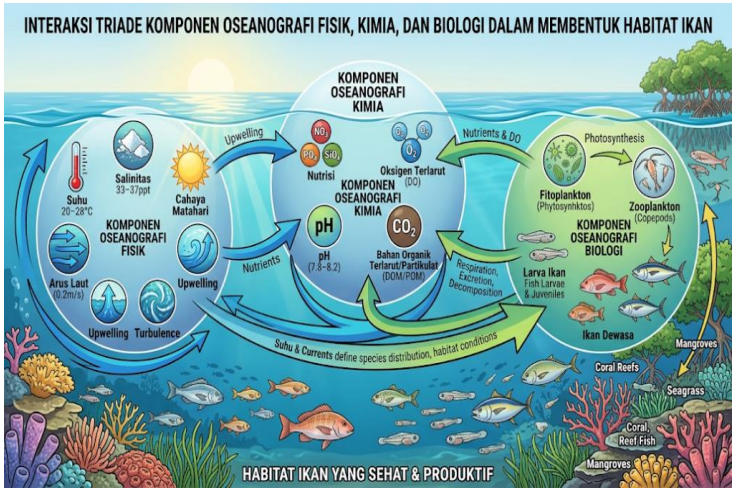
1. **Diurnal/Harian**: Mengamati variasi migrasi vertikal harian (*diel vertical migration*) ikan dan zooplankton yang dipengaruhi oleh penetrasi cahaya matahari dan stratifikasi termal (Ismail & Al-Shehhi, 2023).
2. **Musiman**: Mengkaji pergeseran daerah penangkapan ikan akibat perubahan pola angin monsun (misalnya Monsun Barat dan Monsun Tenggara di Perairan Indonesia) (Kusumaningsih et al., 2026; Yuniar et al., 2025).

3. **Antar-Tahunan (*Interannual*) & Dekadal**: Menganalisis dampak fenomena *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO), *Indian Ocean Dipole* (IOD), dan variabilitas iklim jangka panjang terhadap kegagalan atau keberhasilan rekrutmen stok ikan (Stock et al., 2017; Panggabean et al., 2023).

Pengembangan ilmu oseanografi perikanan modern sangat mengandalkan integrasi antara pengamatan lapangan (*in-situ*), teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*), instrumen akustik kelautan, serta pemodelan numerik hidrodinamika yang dipadukan dengan data biologi perikanan (*catch data*) (Kamaruzzaman & Mustapha, 2023; Semedi et al., 2023).

3.1.2 Komponen Oseanografi Fisik, Kimia, dan Biologi

Lingkungan perairan laut dibentuk oleh triade komponen oseanografi yang saling berinteraksi secara intensif. Pemahaman mendalam mengenai ketiga komponen ini sangat krusial dalam iktiologi untuk mendelineasi batas toleransi fisiologis dan habitat optimal spesies ikan.



Gambar 3. 2 Interaksi Triade Komponen Oseanografi Fisik, Kimia, dan Biologi dalam Membentuk Habitat Ikan

1. Komponen Oseanografi Fisik

Faktor fisik menentukan kondisi mekanis dan termal ruang hidup ikan (Whalen et al., 2020):

1. **Suhu Permukaan Laut (*Sea Surface Temperature* / SST)**: Mengontrol laju metabolisme, respirasi, pencernaan, reproduksi, dan kecepatan pertumbuhan ikan karena mayoritas ikan bersifat poikilotermik (Killen et al., 2022). Setiap spesies memiliki rentang suhu preferensi (*thermal optimum niche*).
2. **Salinitas dan Densitas**: Memengaruhi tekanan osmotik tubuh ikan (osmoregulasi). Perubahan salinitas merangsang pergerakan migrasi spawning atau feeding pada spesies euriportus maupun stenohalin (Pickens et al., 2021).

3. **Arus Laut dan Dinamika Lapisan Tercampur (*Mixed Layer Depth* / MLD)**: Arus berfungsi sebagai sarana translasi pasif bagi telur dan larva ikan (*larval dispersal*), sekaligus konsolidator zat hara melalui mekanisme adveksi horizontal dan vertikal (Kusumaningsih et al., 2026).
4. **Gelombang, Pasang Surut, dan Turbulensi**: Memicu pengadukan vertikal yang membawa massa air kaya nutrien dari lapisan dalam menuju batas zona eufotik (Suniada, 2025).

2. Komponen Oseanografi Kimia

Kondisi hidrokimia menetapkan kelayakan lingkungan bagi kelangsungan hidup pernapasan dan nutrisi dasar perairan (Sigman & Hain, 2012; Ismail & Al-Shehhi, 2023):

5. **Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen* / DO)**: Merupakan kriteria vital bagi respirasi seluler ikan. Zona minimum oksigen (*Oxygen Minimum Zones* / OMZ) dapat bertindak sebagai penghalang biologis (*physiological barrier*) yang membatasi distribusi vertikal spesies pelagis besar seperti tuna dan marlin (Rodrigues et al., 2023).
6. **Nutrien Utama (Nitrat NO_3-, Fosfat PO_43-, Silikat SiO_44-)**: Senyawa anorganik yang menjadi pembatas utama fotosintesis fitoplankton. Ketersediaan nutrien di zona eufotik menentukan besarnya produktivitas primer (Sigman & Hain, 2012).
7. **Derajat Keasaman (pH) dan Sistem Karbonat**: Memengaruhi keseimbangan asam-basa fisiologis ikan serta pembentukan struktur

kalsium pada otolit ikan dan cangkang organisme pakan (Ismail & Al-Shehhi, 2023).

3. Komponen Oseanografi Biologi

Komponen biologi menggambarkan ketersediaan energi tropis di perairan (Stock et al., 2017):

8. **Klorofil-a dan Fitoplankton**: Indikator langsung dari kelimpahan produsen primer (*autotrof*). Diatom dan Dinoflagellata membentuk basis rantai makanan laut.
9. **Zooplankton (Khususnya Copepoda dan Euphausiid)**: Konsumen primer yang menjadi pakan utama (*prey*) bagi larva ikan, ikan pelagis kecil (seperti lemuru, tembang, layang), serta filter-feeder (seperti hiu paus dan pari manta) (Pickens et al., 2021).
10. **Iktioplankton (Telur dan Larva Ikan)**: Komponen kuantitatif dalam menilai potensi rekrutmen stok ikan di daerah pemijahan (*spawning ground*) dan daerah pengasuhan (*nursery ground*) (Wulandari et al., 2019).

Tabel 3. 1 Parameter Oseanografi Utama, Satuan, dan Perannya terhadap Kelimpahan Ikan

Parameter Oseanografi	**Kategori**	**Satuan Baku**	**Peran Utama dalam Ekologi Ikan**	**Referensi Utama**
Suhu Permukaan Laut (SST)	Fisik	\circ\C	Mengatur laju metabolisme, osmoregulasi, dan pembatasan niche termal spesies	Killen et al. (2022)
Salinitas	Fisik	PSU / ppt	Memengaruhi tekanan osmotik seluler dan migrasi spawning	Pickens et al. (2021)
Arus & Eddies	Fisik	m/s	Transpor larva, retensi pakan, dan pembentukan zona konvergensi	Kusumaningsih et al. (2026)

Parameter Oseanografi	**Kategori**	**Satuan Baku**	**Peran Utama dalam Ekologi Ikan**	**Referensi Utama**
Klorofil-a	Biologi	mg/m3	Biomassa fitoplankton, indikator utama daerah kaya pakan	Wulandari et al. (2019)
Nitrat (NO_3-) & Fosfat	Kimia	\mu\mol/L	Nutrien pemacu *phytoplankton bloom* di zona eufotik	Sigman & Hain (2012)
Oksigen Terlarut (DO)	Kimia	mg/L / mL/L	Penentu batas kelangsungan hidup respirasi dan pembatas migrasi vertikal	Rodrigues et al. (2023)

3.1.3 Hubungan Oseanografi dengan Produktivitas Perairan

Produktivitas perairan laut didefinisikan sebagai kecepatan pembentukan bahan organik dari bahan anorganik melalui proses fotosintesis oleh organisme autotrof dalam kurun waktu tertentu (Stock et al., 2017; Kulkarni et al., 2023). Dinamika oseanografi bertindak sebagai penggerak utama (*primary driver*) yang

mengontrol tingkat produktivitas primer bersih (*Net Primary Production* / NPP) hingga kelimpahan biomassa pada tingkat trofik yang lebih tinggi (*fish catch potential*) (Ryther, 1969; Stock et al., 2017).



Gambar 3. 3 Alur Rantai Trofodinamik Laut dari Penorehan Nutrien hingga Agregasi Ikan Predator

Secara trofodinamik, transfer energi dari rantai makanan tingkat bawah (*lower trophic levels*) menuju tingkat atas (*higher trophic levels*) mengikuti prinsip *efisiensi* transfer trofik (*Trophic Transfer Efficiency* / TTE) (Stock et al., 2017). Persamaan kuantitatif dasar yang mengintrodusir hubungan antara Produktivitas Primer (NPP) dengan Potensi Hasil Tangkapan Ikan (C) dirumuskan sebagai berikut (Ryther, 1969; Stock et al., 2017):

$$C = \alpha \times \mathrm{NPP} \times \mathrm{TTE}^{(\mathrm{TL}-1)}$$

Dimana:

- C = Potensi biomassa ikan per satuan luas dan waktu ($\mathrm{g\ C \cdot m^{-2} \cdot tahun^{-1}}$)
- α = Proporsi biomassa trofik yang terealisasi atau terpisahkan sebagai hasil tangkapan
- NPP = Produktivitas Primer Bersih ($\mathrm{g\ C \cdot m^{-2} \cdot tahun^{-1}}$)
- TTE = Efisiensi Transfer Trofik (berkisar antara 10% hingga 20% atau $0,10 - 0,20$)
- TL = Tingkat Trofik (*Trophic Level*) dari spesies target perikanan (misalnya $\mathrm{TL} = 3,0$ untuk ikan pelagis kecil; $\mathrm{TL} = 4,2$ untuk tuna)

Proses oseanografi memengaruhi produktivitas perairan melalui tiga mekanisme fisiokimia utama (Pickens et al., 2021; Ismail & Al-Shehhi, 2023):

1. **Penorehan Nutrien ke Zona Eufotik (*Nutrient Enrichment*)**:

   Di perairan terbuka yang terstratifikasi rapat, zona eufotik sering mengalami deplesi nutrien (*nutrient-depleted*) karena dikonsumsi terus-menerus oleh fitoplankton. Fenomena oseanografi seperti upwelling yang digerakkan oleh transpor Ekman, pengadukan akibat gelombang internal (*internal waves*), dan pusaran siklonik (*cyclonic eddies*) mampu memompa air dingin kaya nutrien dari lapisan dalam (*nutricline*) menuju zona eufotik (La Demi et al., 2020; Suniada, 2025).

2. **Pengontrolan Penetrasi Cahaya dan Stabilitas Kolom Air**:

   Fotosintesis membutuhkan energi foton matahari. Pengadukan angin (*wind mixing*) yang terlalu kuat dapat mendorong fitoplankton melampaui kedalaman kritis (*critical depth*), sehingga laju respirasi melebihi laju fotosintesis (*Sverdrup's Critical Depth Hypothesis*). Sebaliknya, stratifikasi yang stabil disertai pencampuran sedang

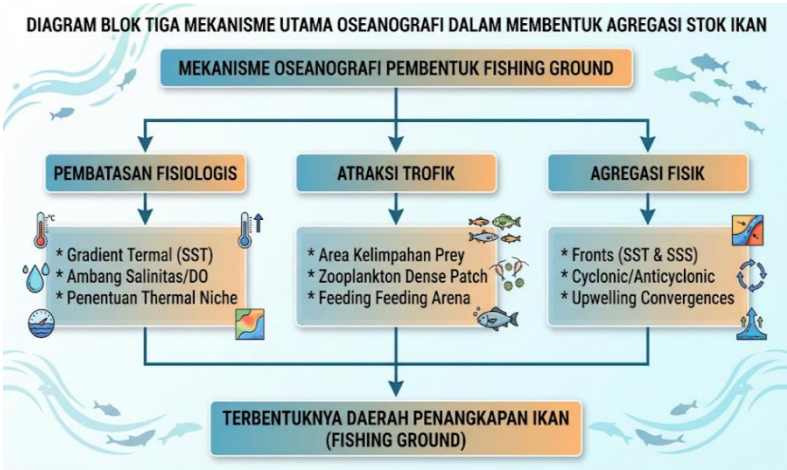
(*optimal environmental window*) menciptakan kondisi ideal bagi ledakan populasi fitoplankton (*phytoplankton bloom*) (Ismail & Al-Shehhi, 2023).

3. **Sinkronisasi Ruang dan Waktu (*Match-Mismatch* Hypothesis)**:

   Ketepatan waktu antara timbulnya ledakan fitoplankton/zooplankton dengan periode pelepasan larva ikan (*spawning period*) sangat menentukan tingkat kelulusan hidup larva (*larval survival rate*). Lingkungan oseanografi yang stabil mendukung retensi larva pada daerah kaya pakan sehingga rekrutmen stok ikan meningkat secara drastis (Wulandari et al., 2019; Pickens et al., 2021).

3.1.4 Peran Oseanografi dalam Pembentukan Daerah Penangkapan Ikan

Daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) didefinisikan sebagai wilayah perairan laut di mana sumber daya ikan berkumpul dalam kepadatan yang cukup tinggi dan dapat ditangkap secara komersial dan berkelanjutan menggunakan alat tangkap perikanan tertentu (Zainuddin et al., 2017; Kamaruzzaman & Mustapha, 2023). Oseanografi memainkan peran sentral dalam memfasilitasi pembentukan daerah penangkapan ikan melalui tiga mekanisme ekologis utama: **Pembatasan Fisiologis (*Physiological Barrier*)**, **Atraksi Pakan (*Trophic Attraction*)**, dan **Mekanisme Agregasi Fisik (*Physical Aggregation Mechanisms*)** (Baidai et al., 2020; Santos et al., 2021).



Gambar 3. 4 Diagram Blok Tiga Mekanisme Utama Oseanografi dalam Membentuk Agregasi Stok Ikan

1. Pembatasan Fisiologis (*Physiological Barrier & Thermal Preferred Range*)

    1. Ikan memiliki preferensi kisaran fisiologis yang spesifik terhadap faktor fisika-kimia perairan. Ketika batas toleransi ini bertemu dengan batas fisik lingkungan (misalnya gradien suhu yang tajam pada garis *thermocline* atau batas *front*), ikan cenderung terperangkap atau sengaja memilih bertahan pada zona batas tersebut (*ecological boundary effect*) (Killen et al., 2022; Semedi et al., 2023).

    2. **Contoh Kasus**: Ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) sangat menyukai perairan dengan SST berkisar 26,5\circ\C - 29,5\circ\C dengan konsentrasi klorofil-a 0,15 - 0,40\ mg/m3 (Zainuddin et al., 2017; Semedi et al., 2023). Daerah perairan yang memenuhi kisaran

preferensi ini menjadi titik konsentrasi utama armada penangkapan *purse seine* dan *pole and line*.

2. Agregasi Tropik dan Atraksi Pakan (*Trophic Attraction*)

Ikan merupakan organisme heterotrof yang secara aktif mencari zona perairan dengan kerapatan pakan (*prey density*) tertinggi untuk mengefisiensikan energi pencarian makan (*optimal foraging theory*) (Pickens et al., 2021). Area perairan yang mengalami peningkatan produktivitas primer (ditandai oleh tingginya klorofil-a) akan menarik kawanan zooplankton dalam beberapa hari hingga minggu, yang kemudian diikuti oleh munculnya kawanan ikan pelagis kecil (seperti ikan layang *Decapterus* spp., lemuru *Sardinella lemuru*, dan kembung *Rastrelliger* spp.) (Wulandari et al., 2019; Yuniar et al., 2025). Kedatangan ikan pelagis kecil ini secara otomatis mengundang ikan predator pelagis besar (seperti tuna, tongkol, cakalang, dan setuhuk) sehingga membentuk daerah penangkapan ikan yang sangat produktif (Panggabean et al., 2023).

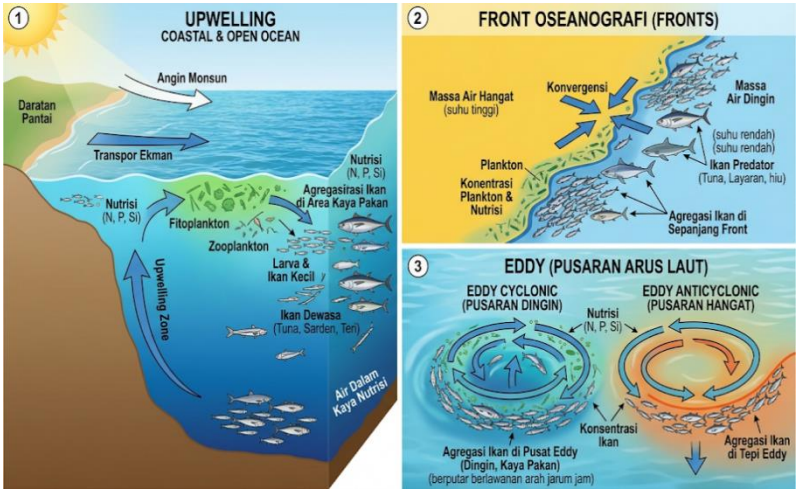
3. Mekanisme Agregasi Fisik (Fronts, Eddies, dan Upwelling)

Struktur dinamika fluida laut secara fisik mengonsentrasikan organisme planktonik dan ikan di area geografis tertentu:

3. Front Oseanik (*Oceanic Fronts*): Zona pertemuan antara dua massa air yang memiliki karakteristik fisika-kimia (seperti suhu dan salinitas) yang berbeda. Zona konvergensi pada *front* bertindak sebagai "perangkap mekanis" yang mengumpulkan

plankton, sampah organik, dan larva ikan, menciptakan area pemberian makan (*feeding ground*) yang sangat terkonsentrasi bagi ikan pelagis (Pickens et al., 2021; Front et al., 2022).

4. **Pusaran Arus Mesoskala (*Mesoscale Eddies*)**: *Eddy* siklonik (berputar berlawanan arah jarum jam di Belahan Bumi Utara atau searah di Belahan Bumi Selatan) menyebabkan *upwelling* di pusat pusaran (membawa air dingin kaya nutrien ke permukaan), sedangkan *eddy* antisiklonik membentuk zona konvergensi di pinggirannya (Baidai et al., 2020). Kedua jenis pusaran ini memicu pembentukan agregasi agregat biologis yang kuat.
5. **Fenomena Upwelling Musiman**: Di Indonesia, sistem angin monsun mendorong terjadinya *upwelling* yang sangat kuat di sepanjang Pantai Selatan Jawa, Bali, hingga Nusa Tenggara (WPPNRI 573), Laut Banda, dan Selat Makassar (Kusumaningsih et al., 2026; Suniada, 2025). Pada periode Monsun Tenggara (Juni–Oktober), terjadi penurunan SST dan lonjakan klorofil-a yang masif, memicu pembentukan daerah penangkapan ikan pelagis terbesar di wilayah perairan Indonesia (Panggabean et al., 2023; Yuniar et al., 2025).



Gambar 3. 5 Visualisasi Tiga Struktur Oseanografi Utama (Upwelling, Front, dan Eddy) yang Memicu Agregasi Ikan

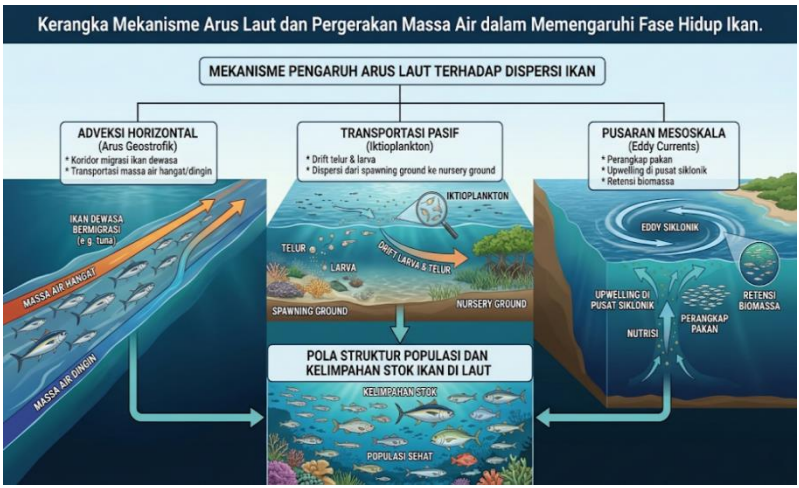
Dengan demikian, pemahaman terhadap konsep dasar, komponen, produktivitas, serta dinamika oseanografi perikanan tidak hanya menjelaskan mengapa ikan berkumpul di wilayah perairan tertentu, melainkan juga menjadi instrumen krusial dalam pemetaan Peta Prakiraan Daerah Penangkapan Ikan (PPDPI), efisiensi operasional armada penangkapan, serta efektivitas pengelolaan perikanan tangkap berbasis ekosistem (*Ecosystem-Based Fisheries Management* / EBFM) di perairan Indonesia dan dunia (Zainuddin et al., 2017; FAO, 2024; Kusumaningsih et al., 2026).

3.2 Dinamika Oseanografi yang Mempengaruhi Distribusi Ikan

Pergerakan dan pola redistribusi sumber daya ikan di lingkungan laut merupakan respons adaptif terhadap dinamika hidrodinamika dan perubahan parameter fisiokimia kolom air. Massa air laut tidak bersifat statis, melainkan terus bergerak secara tiga dimensi yang dipengaruhi oleh gaya gradien tekanan, rotasi bumi, tiupan angin, serta variasi kerapatan massa air (Whalen et al., 2020; Pickens et al., 2021). Pemahaman mengenai dinamika fisika dan kimia laut ini sangat krusial dalam iktiologi perikanan untuk memetakan jalur migrasi, daerah pemijahan, serta area agregasi musiman berbagai spesies ikan ekonomis penting (Zainuddin et al., 2017; FAO, 2024).

3.2.1 Arus Laut dan Pergerakan Massa Air

Arus laut merupakan pergerakan massa air secara horizontal maupun vertikal yang digerakkan oleh kombinasi gaya angin, perbedan densitas air laut, pasang surut, serta efek Koriolis akibat rotasi bumi (Whalen et al., 2020). Dalam ekologi perikanan, arus laut bertindak sebagai sarana transportasi mekanis, pengatur distribusi panas, serta penyebar nutrien dan organisme planktonik di seluruh cekungan samudra (Xue et al., 2020; Wang et al., 2020).



Gambar 3. 6 Kerangka Mekanisme Arus Laut dan Pergerakan Massa Air dalam Memengaruhi Fase Hidup Ikan

1. Transportasi Pasif Telur dan Larva (*Larval Drift and Dispersal*)

   Iktioplankton (telur dan larva ikan) tidak memiliki kemampuan berenang yang cukup kuat untuk melawan kecepatan arus laut. Oleh karena itu, distribusi awal suatu kohort ikan sangat bergantung pada pola adveksi arus lokal maupun regional (Xue et al., 2020).

   Arus laut membawa larva ikan dari lokasi pemijahan (*spawning ground*) menuju lokasi pengasuhan (*nursery ground*) yang kaya akan pakan mikrozooplankton (Li et al., 2020). Jika pola arus bergeser akibat anomali iklim, larva dapat terbawa ke lingkungan yang tidak menguntungkan (*mismatch hypothesis*), yang mengakibatkan tingkat kematian larva meningkat tajam dan kegagalan rekrutmen stok (Pickens et al., 2021).

2. Koridor Migrasi Ikan Dewasa dan Energi Renang

Ikan pelagis besar seperti tuna madidihang (*Thunnus albacares*), cakalang (*Katsuwonus pelamis*), dan cakalang migratori memanfaatkan arus geostrofik utama sebagai koridor transportasi untuk menghemat energi metabolisme selama migrasi jarak jauh (Wang et al., 2020; Panggabean et al., 2023). Ikan cenderung berenang searah dengan arus (*downstream swimming*) saat melakukan migrasi mencari pakan (*feeding migration*), dan berenang melawan arus (*upstream swimming*) saat mendekati musim pemijahan untuk memastikan telur yang dilepaskan terbawa kembali ke area pengasuhan yang stabil (Polovina et al., 2017).

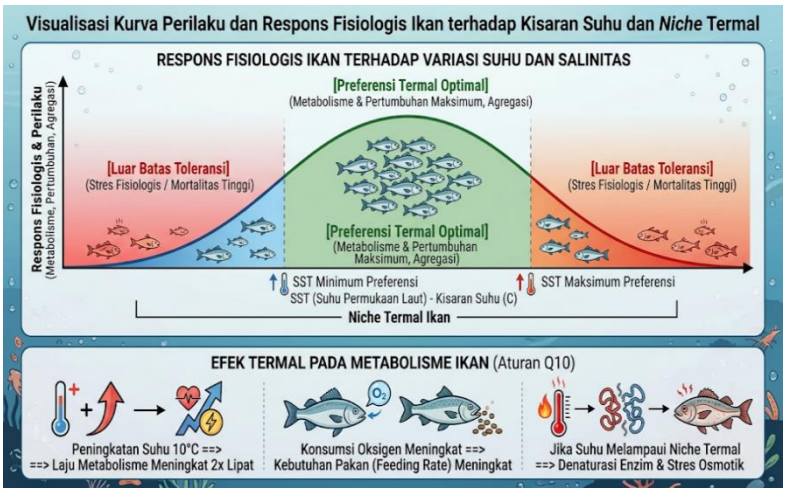
3. Peran Pusaran Arus Mesoskala (*Mesoscale Eddies*)

Pusaran arus laut dengan diameter 10–100 km bertindak sebagai mekanisme retensi biologis yang sangat kuat:

6. **Eddy Siklonik**: Menghasilkan divergensi di permukaan yang memicu penyedotan air lapisan dalam ke atas (*eddy-induced upwelling*). Proses ini memperkaya lapisan eufotik dengan nitrat dan fosfat, yang memicu ledakan fitoplankton dan menarik agregasi ikan pelagis (Whalen et al., 2020; Front et al., 2022).
7. **Eddy Antisiklonik**: Memicu konvergensi di permukaan, mengumpulkan materi organik, zooplankton, dan jasad renik pada bagian tepi pusaran, menciptakan area konsentrasi pakan yang ideal bagi larva dan juvenile ikan (Baidai et al., 2020).

3.2.2 Suhu Permukaan Laut dan Salinitas

Suhu Permukaan Laut (*Sea Surface Temperature* / SST) dan Salinitas Permukaan Laut (*Sea Surface Salinity* / SSS) merupakan dua parameter hydro-fisik utama yang mendefinisikan karakteristik fisiokimia massa air laut. Kedua variabel ini menentukan struktur densitas perairan serta menetapkan batas-batas biogeografis habitat ikan (Killen et al., 2022; Pickens et al., 2021).



Gambar 3. 7 Kurva Perilaku dan Respons Fisiologis Ikan terhadap Kisaran Suhu dan Niche Termal

1. Pengaruh Suhu terhadap Fisiologi dan Metabolisme Ikan

   Ikan merupakan organisme poikilotermik (ektotermik) yang suhu tubuh internalnya sangat bergantung pada suhu lingkungan sekitarnya (Killen et al., 2022). Perubahan SST secara langsung memengaruhi:

1. **Laju Metabolisme Basal**: Menurut prinsip koefisien suhu Q_10, laju reaksi metabolisme biokimia ikan akan meningkat dua hingga tiga kali lipat setiap kenaikan suhu lingkungan sebesar 10°C (Killen et al., 2022). Peningkatan suhu mempercepat laju pencernaan dan denyut jantung, yang memaksa ikan untuk mengonsumsi lebih banyak pakan.
2. **Niche Termal (*Thermal Preferred Range*)**: Setiap spesies ikan memiliki rentang kisaran suhu spesifik di mana organ tubuhnya beroperasi pada efisiensi maksimum. Jika SST di suatu daerah melebihi batas toleransi atas (*upper critical thermal limit*), ikan akan secara aktif bermigrasi secara horizontal menuju lintang yang lebih tinggi atau secara vertikal menuju lapisan perairan yang lebih dalam (Zainuddin et al., 2017; Rodrigues et al., 2023).

2. Salinitas dan Tekanan Osmoregulasi

Salinitas menentukan konsentrasi ion terlarut dalam air yang memengaruhi tekanan osmotik seluler ikan:

3. **Ikan Stenohalin**: Hanya mampu mentoleransi perubahan salinitas yang sangat sempit. Mayoritas ikan pelagis laut lepas seperti tuna dan cakalang tergolong stenohalin, sehingga distribusinya terbatas pada massa air laut murni dengan salinitas 33–35 PSU (Pickens et al., 2021; Panggabean et al., 2023).
4. **Ikan Euriportus / Euryhaline**: Mampu mentoleransi fluktuasi salinitas yang lebar, seperti spesies estuari dan ikan pelagis kecil (misalnya kembung dan tembang) yang sering mendekati area muara sungai dengan salinitas

28–32 PSU untuk mencari pakan (Wulandari et al., 2019).

Tabel 3. 2 Preferences Kisaran SST dan Salinitas Parameter Optimal Beberapa Spesies Ikan Ekonomis Penting di Perairan Indonesia

Nama Spesies (Nama Lokal)	**Tipe Habitat**	**SST Optimal (°C)**	**Salinitas Optimal (PSU)**	**Respons Ekologis Utama**	**Referensi Utama**
Katsuwonus pelamis (Cakalang)	Pelagis Besar	26.5 – 29.5	33.5 – 35.0	Menghindari perairan dengan SST >30 °C; mengumpul di daerah konvergensi	Zainuddin et al. (2017)
Thunnus albacares (Tuna Madidihang)	Pelagis Besar	25.0 – 28.5	34.0 – 35.2	Menghuni lapisan epipelagis di atas termoklin; sensitif terhadap DO rendah	Panggabean et al. (2023)

Nama Spesies (Nama Lokal)	**Tipe Habitat**	**SST Optimal (°C)**	**Salinitas Optimal (PSU)**	**Respons Ekologis Utama**	**Referensi Utama**
Sardinella lemuru (Ikan Lemuru)	Pelagis Kecil	23.0 – 26.0	32.0 – 34.0	Beragregasi masif saat periode upwelling dingin di Selat Bali & Selatan Jawa	Wulandari et al. (2019)
Decapterus russelli (Ikan Layang)	Pelagis Kecil	27.0 – 29.5	32.5 – 34.2	Membentuk sekolah besar di perairan neritik yang kaya klorofil-a	Yuniar et al. (2025)
Rastrelliger kanagurta (Kembung Lelaki)	Pelagis Kecil	28.0 – 30.0	30.0 – 33.5	Euriportus sedang, terdistribusi melimpah di	Kamaruzzaman & Mustapha (2023)

Nama Spesies (Nama Lokal)	Tipe Habitat	SST Optimal (°C)	Salinitas Optimal (PSU)	Respons Ekologis Utama	Referensi Utama
				wilayah pesisir dan paparan	

3.2.3 Gelombang, Pasang Surut, dan Stratifikasi Perairan

Dinamika kolom air tidak hanya ditentukan oleh gerakan horizontal, tetapi juga oleh struktur stratifikasi vertikal serta energi pengadukan yang dihasilkan oleh gelombang dan pasang surut (Whalen et al., 2020; Pickens et al., 2021).



Gambar 3. 8 Profil Stratifikasi Vertikal Kolom Air (Mixed Layer Depth, Termoklin, dan Lapisan Dalam)

1. Stratifikasi Kolom Air dan Lapisan Tercampur (*Mixed Layer Depth* / MLD)

   Pemanasan matahari di permukaan laut menciptakan lapisan air hangat yang kurang padat di bagian atas, mengapung di atas air dingin berdensitas tinggi di bagian bawah. Struktur ini menciptakan tiga lapisan vertikal utama (Whalen et al., 2020):

   1. **Lapisan Tercampur (*Mixed Layer*)**: Lapisan teratas yang tercampur rata oleh angin dan gelombang. MLD yang dangkal mengonsentrasikan nutrien dan cahaya pada zona eufotik, memicu produktivitas primer yang tinggi (Ismail & Al-Shehhi, 2023).
   2. **Lapisan Termoklin**: Zone transisi di mana suhu turun secara drastis seiring bertambahnya kedalaman. Kedalaman termoklin bertindak sebagai penghalang fisik (physical *barrier*) bagi spesies ikan tertentu. Tuna dan pelagis besar sering menyelam ke lapisan termoklin untuk berburu cumi-cumi dan ikan mesopelagis sebelum kembali ke permukaan untuk meregulasi suhu tubuhnya (Rodrigues et al., 2023).
   3. **Lapisan Dalam**: Lapisan air dingin homogen di bawah termoklin yang menjadi habitat spesies demersal dan laut dalam.

2. Peran Gelombang Internal (*Internal Waves*)

   Gelombang internal terjadi di bawah permukaan laut pada batas lapisan piknoklin (perbedaan densitas) yang dipicu oleh interaksi antara arus pasang surut dengan topografi dasar laut

seperti selat sempit atau ambang laut (*sills*) (Xue et al., 2020).

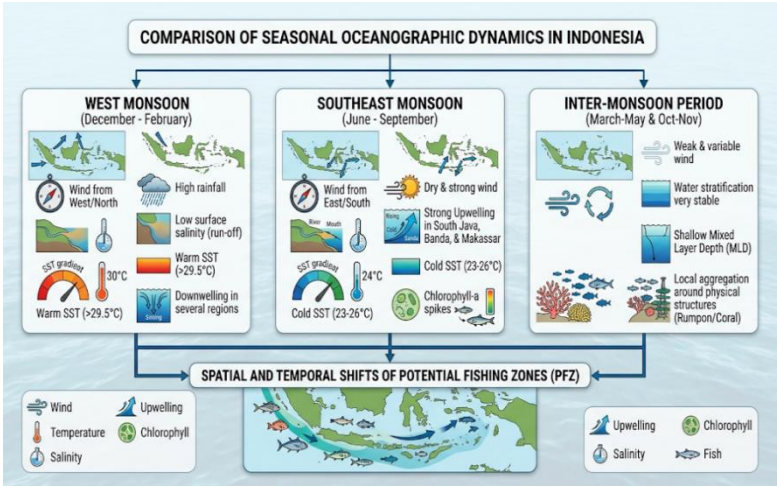
Di Perairan Indonesia (seperti Selat Lombok, Selat Ombai, dan Laut Banda), gelombang internal menghasilkan pencampuran vertikal yang sangat kuat (*diapycnal mixing*). Proses ini memompa nitrat dan fosfat ke lapisan eufotik tanpa menghancurkan stratifikasi secara keseluruhan, yang menjadikan area tersebut sebagai titik panas (*hotspot*) produktivitas perairan dan jalur migrasi utama mamalia laut serta ikan pelagis besar (Suniada, 2025; Xue et al., 2020).

3. Arus Pasang Surut dan Dinamika Pesisir

Di wilayah pesisir dan laut dangkal (paparan), arus pasang surut (*tidal currents*) memicu pengadukan berkala yang mencegah terbentuknya stratifikasi termal (Whalen et al., 2020). Arus pasut yang kuat di sekitar terumbu karang dan selat menciptakan zona konvergensi mikro yang mengumpulkan zooplankton, memicu perilaku makan (*feeding frenzy*) pada kelompok ikan karang dan pelagis kecil (Pickens et al., 2021).

3.2.4 Variabilitas Musim dan Dinamika Perairan Indonesia

Perairan Indonesia merupakan wilayah perairan tropis terkompleks di dunia yang berada di antara dua samudra (Samudra Pasifik dan Samudra Hindia) serta dua benua (Asia dan Australia) (Xue et al., 2020; Yoneyama et al., 2020). Dinamika oseanografi Indonesia secara dominan dikendalikan oleh sirkulasi angin monsun musiman dan sistem Arus Lintas Indonesia (*Arlindo* / *Indonesian Throughflow* / ITF) (Suniada, 2025; Kusumaningsih et al., 2026).



Gambar 3. 9 Perbandingan Karakteristik Musim Monsun dan Pengaruhnya terhadap Kondisi Perairan Indonesia

1. Dinamika Monsun Barat (Desember – Februari)

   Selama Monsun Barat, angin bertiup tajam dari Benua Asia menuju Benua Australia membawa massa udara basah yang memicu curah hujan tinggi di seluruh kepulauan Indonesia (Kusumaningsih et al., 2026).

   1. **Kondisi Oseanografi**: Terjadi peningkatan pengenceran air permukaan akibat limpasan air sungai (*river runoff*), yang menurunkan salinitas permukaan (SSS <31 PSU) di laut-laut dangkal seperti Laut Jawa dan Paparan Sunda. SST cenderung tinggi (>29,5°C) dan stratifikasi perairan sangat stabil.

2. **Dampak Perikanan**: Terjadi penurunan kelimpahan ikan pelagis di perairan pesisir akibat penurunan salinitas secara drastis. Ikan pelagis bermigrasi ke perairan lepas pantai yang memiliki salinitas lebih stabil (Yuniar et al., 2025).

2. Dinamika Monsun Tenggara (Juni – September)

Angin Monsun Tenggara bertiup dingin dan kering dari Benua Australia menuju Asia. Angin ini mendorong massa air permukaan menjauhi pantai di sepanjang Pantai Selatan Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Laut Banda, dan Selat Makassar (Transpor Ekman ke arah lepas pantai) (Kusumaningsih et al., 2026; Suniada, 2025).

1. **Kondisi Oseanografi**: Memicu timbulnya fenomena *upwelling* musiman yang sangat masif. SST merosot hingga 23–26°C dan konsentrasi klorofil-a melonjak hingga >1,0 mg/m^3 (Kusumaningsih et al., 2026).

2. **Dampak Perikanan**: Puncak musim penangkapan ikan (*peak fishing* season) untuk ikan pelagis kecil (lemuru, layang) dan pelagis besar (cakalang, tuna) terjadi pada periode ini di WPPNRI 573 (Samudra Hindia) dan WPPNRI 714 (Laut Banda) (Panggabean et al., 2023; Wulandari et al., 2019).

Tabel 3. 3 Sintesis Karakteristik Oseanografi Musiman dan Titik Lokasi Fishing Ground Utama di Perairan Indonesia

Musim	**Lokasi Hotspot Oseanografi**	**Spesies Target Dominan**	**Pola Distribusi & Hasil Tangkapan**	**Referensi**
Monsun Barat	Laut Natuna, Selat Makassar bagian Utara	Ikan Tembang, Tongkol Kramat	Stok tersebar acak, hasil tangkapan cenderung menurun di pesisir	Yuniar et al. (2025)
Pancaroba I	Laut Jawa, Teluk Bone	Ikan Layang, Kembung	Terjadi masa transisi, migrasi menuju area feeding ground	Semedi et al. (2023)
Monsun Tenggara	Selatan Jawa-Bali, Laut Banda, Selat Bali	Lemuru, Cakalang, Tuna Madidihang	Puncak kelimpahan (*blooming*), agregasi padat di zona	Kusumaningsih et al. (2026); Panggabean et al. (2023)

Musim	**Lokasi Hotspot Oseanografi**	**Spesies Target Dominan**	**Pola Distribusi & Hasil Tangkapan**	**Referensi**
			upwelling	
Pancaroba II	Laut Flores, Maluku Utara	Cakalang, Albakora	Pergerakan kembali ke utara/lepas pantai mengikuti massa air hangat	Suniada (2025)

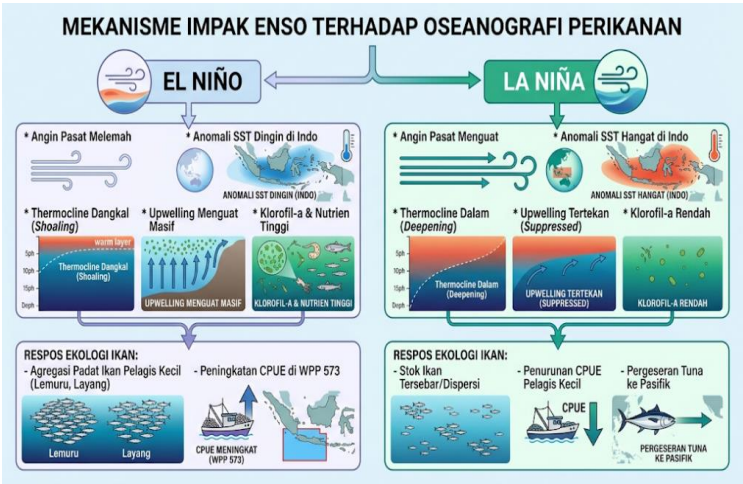
3.3 Variabilitas Iklim Antartahunan dan Impaknya terhadap Oseanografi Perikanan

Selain dinamika musiman yang dipengaruhi oleh sirkulasi angin monsun, karakteristik oseanografi dan distribusi keberadaan ikan di Perairan Indonesia sangat dimodulasi oleh variabilitas iklim skala luas (*large-scale climate variability*). Fenomena iklim antartahunan (*interannual*) seperti *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD), serta variabilitas intramusiman (*intraseasonal*) seperti *Madden-Julian Oscillation* (MJO), memicu deviasi ekstrem pada parameter hidro-oseanografi utama seperti Suhu Permukaan Laut (SST), kedalaman termoklin, serta konsentrasi klorofil-a. Perubahan kondisi

fisik perairan ini berdampak langsung pada pergeseran lokasi daerah penangkapan ikan (*fishing ground*), fluktuasi kelimpahan stok, serta pola migrasi lanskap spesies pelagis.

3.3.1 El Niño-Southern Oscillation (ENSO) dan Reposisi Stok Ikan

El Niño-Southern Oscillation (ENSO) merupakan fenomena interaksi atmosfer-laut antartahunan yang berpusat di Samudra Pasifik Ekuatorial. Indeks utama yang digunakan untuk mengukur intensitas fenomena ini adalah *Oceanic Niño Index* (ONI) yang didasarkan pada anomali SST di wilayah Niño 3.4.



Gambar 3. 10 Diagram Mekanisme Perubahan Oseanografi dan Respons Ekologi Perikanan pada Fase El Niño dan La Niña

1. Fase El Niño

   Pada fase El Niño, angin pasat timuran memuat pelemahan yang signifikan di sepanjang Pasifik Ekuatorial. Kondisi ini menyebabkan massa air hangat bergeser ke arah timur menuju pantai Amerika Selatan, sementara di wilayah Samudra Pasifik Barat dan Perairan Indonesia terjadi penurunan SST di bawah rata-rata klimatologisnya (anomali negatif).

   1. **Dinamika Kolom Air**: Pelemahan kolam air hangat di Pasifik Barat mendorong terjadinya pengangkat batas termoklin (*shoaling*) ke arah permukaan di perairan Indonesia. Kedalaman termoklin yang dangkal mempermudah terjadinya pengadukan angin dan memperkuat proses *upwelling*, khususnya di Perairan Selatan Jawa, Nusa Tenggara, Laut Banda, dan Maluku Utara.
   2. **Respons Kelimpahan Ikan**: Peningkatan intensitas *upwelling* memicu lonjakan konsentrasi klorofil-a dan kelimpahan fitoplankton secara masif. Spesies pelagis kecil seperti ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) dan ikan layang (*Decapterus spp.*) mengalami peningkatan rekrutmen stok yang pesat, yang berimplikasi pada kenaikan *Catch Per Unit Effort* (CPUE) armada perikanan di wilayah WPPNRI 573 dan 714.

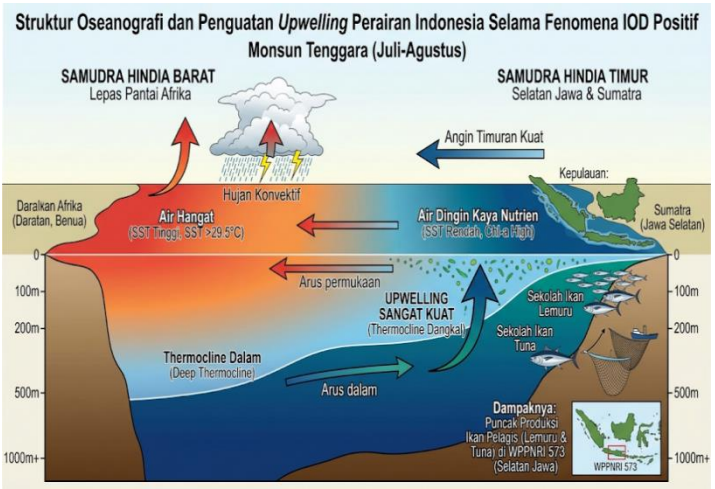
2. Fase La Niña

   Fase La Niña ditandai oleh penguatan angin pasat timuran yang mengumpulkan massa air hangat di Pasifik Barat dan Perairan Indonesia (anomali SST positif).

3. **Dinamika Kolom Air**: Penumpukan massa air hangat menyebabkan penekanan kedalaman termoklin (*deepening*) sehingga berada jauh di bawah zona eufotik. Hal ini menghambat pasokan nutrien dari lapisan dalam ke permukaan, yang mengakibatkan penurunan konsentrasi klorofil-a secara drastis.
4. **Respons Kelimpahan Ikan**: Penurunan produktivitas primer menyebabkan berkurangnya agregasi pakan alami. Ikan pelagis cenderung menyebar (*dispersed*) dan berenang lebih dalam atau bermigrasi menjauhi area pesisir, sehingga menurunkan tingkat keberhasilan penangkapan (*catching rate*) nelayan tradisional.

3.3.2 Indian Ocean Dipole (IOD) dan Dinamika Samudra Hindia

Indian Ocean Dipole (IOD) merupakan fenomena interaksi atmosfer-laut antartahunan di Samudra Hindia yang diukur berdasarkan *Dipole Mode Index* (DMI), yaitu perbedaan anomali SST antara Samudra Hindia Barat Ekuatorial (lepas pantai Afrika) dan Samudra Hindia Timur Ekuatorial (lepas pantai barat Sumatra dan selatan Jawa).



Gambar 3. 11 Struktur Oseanografi dan Penguatan Upwelling Perairan Indonesia Selama Fenomena IOD Positif

1. IOD Positif (+IOD)

   Fase IOD Positif terjadi ketika angin timuran di sepanjang Samudra Hindia Ekuatorial menguat sangat tajam.

   5. **Proses Fisika**: Angin mendorong massa air permukaan ke arah barat menuju Afrika, memicu transpor Ekman yang kuat di sepanjang pantai barat Sumatra dan selatan Jawa. Hal ini mengakibatkan terjadinya pengangkatan massa air dalam yang dingin dan kaya nitrat/fosfat (*intense coastal upwelling*).

   6. **Pengaruh Ekologis**: SST di Selatan Jawa hingga Nusa Tenggara dapat merosot hingga <24°C dengan kelimpahan klorofil-a melebihi 2.0 mg/m^3. Kondisi ini membentuk titik-titik agregasi habitat (*hotspots*) utama bagi spesies pelagis besar seperti tuna madidihang (*Thunnus albacares*), cakalang (*Katsuwonus pelamis*), dan

albakora (*Thunnus alalunga*). Fenomena IOD Positif yang bersamaan dengan El Niño (*Strong Co-occurrence*) sering memicu rekor puncak produksi perikanan tangkap di Samudra Hindia Indonesia.

2. IOD Negatif (-IOD)

Sebaliknya, pada fase IOD Negatif, angin barat berembus lebih kuat memindahkan massa air hangat ke arah timur mendekati Sumatra dan Jawa.

7. **Proses Fisika**: SST perairan Indonesia bagian barat menjadi sangat hangat, lapisan termoklin mengendap lebih dalam, dan proses *upwelling* terhenti total.
8. **Pengaruh Ekologis**: Produktivitas primer merosot hingga tingkat minimum klimatologis. Area penangkapan ikan pelagis bergeser jauh ke lepas pantai Samudra Hindia, dan migrasi tuna menjadi lebih sulit diprediksi secara spasial.

3.3.3 Madden-Julian Oscillation (MJO) dan Variabilitas Intramusiman

Madden-Julian Oscillation (MJO) merupakan mode variabilitas tropis intramusiman dominan yang bergerak ke arah timur sepanjang ekuator dengan siklus perulangan 30 hingga 60 hari. MJO terdiri dari dua fase utama: fase konvektif (basah/banyak awan dan hujan) dan fase supresi (kering/cerah).

1. Dampak Fase Konvektif MJO

   Ketika fase konvektif MJO melewati Benua Maritim Indonesia (Fase 3, 4, dan 5):

   1. Tutupan awan tebal secara signifikan mengeliminasi radiasi matahari yang masuk (*Photosynthetically Active Radiation* / PAR), sehingga menekan laju fotosintesis fitoplankton di lapisan permukaan meskipun nutrien tersedia cukup.

   2. Kecepatan angin lokal yang meningkat tajam selama badai intramusiman meningkatkan turbulensi dan pengadukan mekanis lapisan permukaan, yang merusak struktur stratifikasi mikro dan memperluas kedalaman lapisan tercampur (*Mixed Layer Depth* / MLD).

2. Modulasi Perilaku Agregasi Ikan

   Turbulensi tinggi dan berkurangnya visibilitas air selama fase konvektif MJO mengganggu pola pengelompokan (*schooling behavior*) ikan pelagis kecil. Ikan cenderung memencet kelompoknya dan bergerak lebih dalam ke kolom air untuk menghindari energi gelombang permukaan. Sebaliknya, pada fase supresi MJO, kondisi perairan yang tenang dan penetrasi cahaya yang optimal memicu penyatuan kembali sekolah ikan di dekat permukaan, yang mempermudah operasi penangkapan menggunakan alat tangkap *pukat cincin* (*purse seine*) dan *bagan tancap*.

Tabel 3. 4 Sintesis Pengaruh Variabilitas Iklim Global terhadap Indikator Oseanografi dan Respons Perikanan Tangkap di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPPNRI)

Fenomena Iklim	Parameter Indikator	Anomali SST	Anomali Chl-a	Respon Kedalaman Termoklin	Wilayah WPPNRI Paling Terdampak	Respon Perikanan Tangkap	Referensi
El Niño	ONI ≥+0.5 °C	Negatif (Dingin)	Positif (Tinggi)	Dangkal (Shoaling)	WPPNRI 573, 714, 715	Kenaikan CPUE Lemuru dan Layang; pergeseran habitat Tuna	Panggabean et al. (2023); Zainuddin et al. (2017)
La Niña	ONI ≤−0.5 °C	Positif (Hangat)	Negatif (Rendah)	Dalam (Deepening)	WPPNRI 712, 713, 716	Distribusi ikan tersebar; penurunan efisiensi tangkap perikanan pantai	Kusumaningsih et al. (2026)
IOD Positif	DMI >+0.4 °C	Negatif Sangat Kuat	Positif Sangat Tinggi	Sangat Dangkal	WPPNRI 572, 573	Puncak produksi (blooming) Tuna dan Pelagis Kecil di Samudra Hindia	Suniada (2025); Semedi et al. (2023)
IOD Negatif	DMI <−0.4 °C	Positif (Hangat)	Negatif (Rendah)	Dalam	WPPNRI 572, 573	Penurunan tangkapan pelagis; fishing ground	Yuniar et al. (2025)

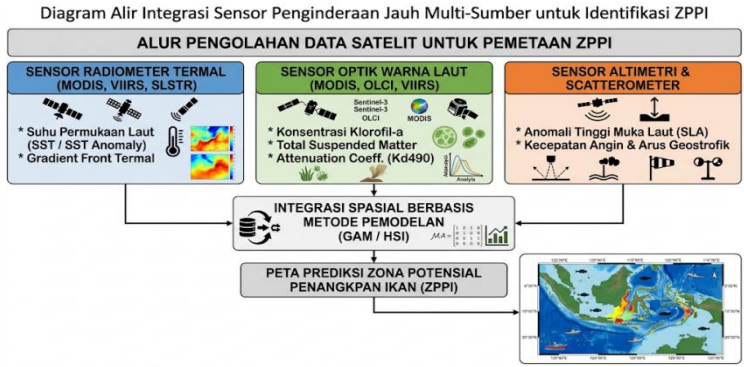
Fenomena Iklim	**Parameter Indikator**	**Anomali SST**	**Anomali Chl-a**	**Respon Kedalaman Termoklin**	**Wilayah WPPNRI Paling Terdampak**	**Respon Perikanan Tangkap**	**Referensi**
						bergeser menjauhi pantai	
MJO (Konvektif)	MJO Index High	Negatif Tipis	Fluktuatif / Rendah	Bertambah Dalam	Seluruh WPPNRI Ekuatorial	Sekolah ikan terpencar; penurunan aktivitas operasi penangkapan	Yoneyama et al. (2020)

3.4 Identifikasi dan Pemodelan Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI)

Integrasi teknologi penginderaan jauh satelit (*satellite remote sensing*) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) telah mengubah paradigma penentuan daerah penangkapan ikan dari metode konvensional berbasis intuisi menjadi pendekatan presisi berbasis spasial-temporal. Pemodelan Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI) memanfaatkan variasi parameter fisik dan biologis laut yang terekam secara *real-time* untuk memprediksi lokasi agregasi ikan secara akurat, efisien, dan berkelanjutan (Kamaruzzaman & Mustapha, 2023; Zainuddin et al., 2017).

3.4.1 Penginderaan Jauh Satelit untuk Ekstraksi Parameter Oseanografi

Satelit observasi bumi melintasi orbit secara periodik untuk mengukur pancaran dan pantulan gelombang elektromagnetik dari permukaan laut. Data mentah (*raw data*) tersebut diolah melalui algoritma bio-optik dan fisik untuk mengekstrak variabel utama pembentuk habitat ikan (Ismail & Al-Shehhi, 2023).



Gambar 3. 12 Diagram Alir Integrasi Sensor Penginderaan Jauh Multi-Sumber untuk Identifikasi ZPPI

1. Ekstraksi Suhu Permukaan Laut (SST)

   Sensor radiometer termal seperti MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) pada Satelit Aqua/Terra dan VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*) pada Satelit Suomi NPP mengukur radiasi inframerah termal yang dipancarkan oleh lapisan kulit permukaan laut (*sea surface skin*). Data SST digunakan untuk mendeteksi batas massa air hangat dan dingin serta menentukan *thermal front* (Semedi et al., 2023).

2. Ekstraksi Klorofil-a dan Parameter Warna Laut

   Sensor optik mengukur radiasi balik spektral gelombang tampak (*visible light*). Algoritma bio-optik (seperti OC3 dan OC4) menghitung rasio pantulan cahaya biru dan hijau untuk memperkirakan konsentrasi klorofil-a (mg/m^3), yang mengindikasikan tingkat kelimpahan fitoplankton sebagai pakan awal rantai makanan (Ismail & Al-Shehhi, 2023).

3. Altimetri dan Arus Geostrofik

   Satelit altimetri (seperti Jason-3 dan Sentinel-6) memancarkan sinyal radar pulsa ke permukaan laut untuk mengukur Anomali Tinggi Muka Laut (*Sea Level Anomaly* / SLA). Variasi SLA digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan pusaran arus mesoskala (*eddies*), divergensi, dan konvergensi yang menjadi lokasi penumpukan nutrien (Front et al., 2022).

3.4.2 Metode Pemodelan Spasial Habitat dan Daerah Penangkapan Ikan

Untuk menghubungkan data kelimpahan ikan (*catch data* / CPUE) dengan parameter oseanografi dari satelit, diterapkan berbagai metode pemodelan kuantitatif statistik dan komputasional (Panggabean et al., 2023; Pickens et al., 2021).

1. Indeks Kesesuaian Habitat (*Habitat Suitability Index* / HSI)

   Model HSI mengintegrasikan beberapa Kurva Suitability Index (SI) dari masing-masing parameter lingkungan menjadi satu nilai indeks tunggal yang

berkisar antara 0 (tidak sesuai) hingga 1 (sangat sesuai).

Formulasi model HSI secara geometrik dirumuskan sebagai berikut:

$$\mathrm{HSI} = \left(\prod_{i=1}^{n} \mathrm{SI}_i \right)^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{\mathrm{SI}_{\mathrm{SST}} \times \mathrm{SI}_{\mathrm{Chl\text{-}a}} \times \mathrm{SI}_{\mathrm{SLA}}}$$

Di mana SI_i adalah nilai kesesuaian parameter oseanografi ke-i yang diperoleh dari fungsi statistik preferensi spesies, dan n adalah jumlah parameter oseanografi yang diuji (Kamaruzzaman & Mustapha, 2023).

2. *Generalized Additive Models* (GAM)

GAM merupakan pendekatan regresi non-linear parametrik yang sangat fleksibel untuk memodelkan hubungan non-monotonik antara variabel dependen (seperti log-CPUE atau keberadaan ikan) dengan variabel independen oseanografi.

Persamaan umum GAM dirumuskan sebagai berikut:

$g(E[Y])=\beta 0+i=1\sum pfi(Xi)+\epsilon$

Di mana g(·) merupakan fungsi penghubung (*link function*), E[Y] adalah nilai harapan dari kelimpahan ikan, β0 adalah konstanta pemutus (*intercept*), fi adalah fungsi perataan non-parametrik (*smoothing function*, misalnya *cubic regression spline*), Xi merupakan variabel oseanografi (SST, klorofil-a, SLA, MLD), dan ϵ adalah komponen galat (*error term*) (Panggabean et al., 2023).

Tabel 3. 5 Perbandingan Metode Pemodelan Spasial ZPPI untuk Prediksi Daerah Penangkapan Ikan

Metode Pemodelan	**Jenis Input Data**	**Keunggulan Utama**	**Keterbatasan**	**Akurasi Prediksi**	**Referensi Utama**
Habitat Suitability Index (HSI)	Data Keberadaan (*Presence*) & Parameter Laut	Sederhana, mudah diinterpretasikan, responsif untuk visualisasi cepat	Tidak memperhitungkan interaksi non-linear antar variabel secara kompleks	Sedang (65% – 78%)	Kamaruzzaman & Mustapha (2023)
Generalized Additive Models (GAM)	Data Tangkapan/CPUE (*Absence/Presence*) & Oseanografi	Mampu memodelkan hubungan non-linear kompleks dan kurva preferensi nyata	Rentan terhadap *overfitting* jika data sampel terbatas	Tinggi (80% – 90%)	Panggabean et al. (2023)
Maximum Entropy (MaxEnt)	Data Keberadaan Sahaja (*Presence-Only*) & Layer SIG	Sangat efektif untuk data historis tanpa data ketiadaan (*absence*)	Sensitif terhadap bias sampel (*sampling bias*) di wilayah tertentu	Tinggi (82% – 88%)	Pickens et al. (2021)
Random Forest (Machine Learning)	Data *Big-Data* Oseanografi Multi-Tahun & Logbook	Akurasi prediktif sangat tinggi, mampu menangani *big-data* non-linear	Bersifat *black-box*, analisis mekanisme kausal biologi lebih sulit	Sangat Tinggi (>90 %)	Yuniar et al. (2025)

3.4.3 Aplikasi ZPPI untuk Efisiensi dan Pengelolaan Perikanan Tangkap Berkelanjutan

Pemanfaatan informasi ZPPI oleh industri dan armada perikanan tangkap memberikan kontribusi ganda, baik dari sudut pandang efisiensi ekonomi operasi penangkapan maupun aspek konservasi stok sumber daya ikan (FAO, 2024; Zainuddin et al., 2017).



Gambar 3. 13 Skema Kontribusi Teknologi ZPPI terhadap Efisiensi Ekonomi dan Efektivitas Konservasi Perikanan

1. Efisiensi Bahan Bakar dan Reduksi Emisi

   Sebelum tersedianya peta ZPPI, kapal-kapal penangkap ikan menghabiskan hingga 40–60% total waktu dan bahan bakar minyak (BBM) hanya untuk mencari keberadaan sekolah ikan (*searching time*). Dengan adanya peta navigasi ZPPI harian berbasis koordinat presisi, waktu jelajah dapat dipangkas secara signifikan. Hal ini tidak hanya menurunkan biaya operasional penangkapan, tetapi juga mengurangi jejak karbon (*carbon footprint*) dari armada perikanan tangkap (FAO, 2024).

2. Pendukung Sistem Pemantauan Kapal (*Vessel Monitoring System* / VMS)

   Pemerintah dan lembaga pengelola perikanan menumpangsari (*overlay*) data pergerakan kapal dari VMS dengan peta ZPPI berbasis satelit. Integrasi ini memungkinkan pihak berwenang untuk:

   1. Memvalidasi kepatuhan armada terhadap jalur penangkapan ikan yang diizinkan di tiap Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPPNRI).

   2. Mendeteksi indikasi aktivitas *Illegal, Unreported, and Unregulated* (IUU) *Fishing* di wilayah perbatasan laut lepas.

3. *Penerapan* Batas Pengelolaan Dinamis (*Dynamic Ocean Management*)

   Batas-batas tradisional pengelolaan perikanan umumnya bersifat statis, padahal habitat ikan terus bergeser mengikuti fluktuasi oseanografi musiman dan iklim. Aplikasi ZPPI memungkinkan penerapan *Dynamic Ocean Management* (DOM), yaitu penutupan kawasan perikanan sementara (*real-time closure*) jika terjadi lonjakan penangkapan sampingan (*bycatch*) pada spesies yang dilindungi atau ketika stok utama berada dalam fase pemijahan kritis (Pickens et al., 2021; FAO, 2024).

DAFTAR PUSTAKA

Baidai, Y., Dagorn, L., Amandè, M. J., Capello, M., & Fonteneau, A. (2020). Complex responses of tropical pelagic fish to floating objects: A review of ethological mechanisms. *Fish and Fisheries*, 21(5), 1031–1048. https://doi.org/10.1111/faf.12486

FAO. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in Action*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Front, M., Miller, P. I., & Priede, I. G. (2022). Marine life at Lagrangian fronts: Aggregation patterns of pelagic organisms and fisheries resources. *Progress in Oceanography*, 204, 102790. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102790

Front, M., Miller, P. I., & Priede, I. G. (2022). Marine life at Lagrangian fronts: Aggregation patterns of pelagic organisms and fisheries resources. *Progress in Oceanography*, 204, 102790. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102790

Ismail, M., & Al-Shehhi, M. R. (2023). Spatiotemporal dynamics of primary production and oceanographic drivers in tropical marine ecosystems. *Remote Sensing of Environment*, 285, 113401. https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113401

Ismail, M., & Al-Shehhi, M. R. (2023). Spatiotemporal dynamics of primary production and oceanographic drivers in tropical marine ecosystems. *Remote Sensing of Environment*, 285, 113401. https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113401

Kamaruzzaman, N. A., & Mustapha, M. A. (2023). Application of satellite remote sensing for identifying potential fishing zones of pelagic fish: A review. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 26(2), 315–327. https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2023.04.002

Killen, S. S., Christensen, E. A. F., Cortese, D., Zolderdo, A. J., & Cooke, S. J. (2022). Physiological constraints on fish spatial distribution and habitat selection under climate warming. *Journal of Fish Biology*, 101(6), 1380–1396. https://doi.org/10.1111/jfb.15210

Kulkarni, S., Sathyendranath, S., & Platt, T. (2023). Gross and net primary production in the global ocean: An ocean color remote sensing perspective. *Earth-Science Reviews*, 237, 104322. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104322

Kusumaningsih, R., Gaol, J. L., & Natih, N. M. N. (2026). Variabilitas musiman upwelling dan dampaknya terhadap kelimpahan klorofil-a di Perairan Selatan Jawa-Bali. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 18(1), 45–59. https://doi.org/10.29244/jitkt.v18i1.48912

La Demi, L., Susilo, E., & Setyohadi, D. (2020). Karakteristik oseanografi pada daerah penangkapan ikan tuna di Samudera Hindia bagian timur Indonesia. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 15(1), 48–62.

Li, J., Dan, S., & Zhang, Y. (2020). Transport pathways and connectivity of fish larvae driven by ocean currents in the Western Pacific. *Fisheries Oceanography*, 29(5), 441–456. https://doi.org/10.1111/fog.12488

Panggabean, A. S., Simbolon, D., & Wiryawan, B. (2023). Spatial distribution model of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) based on oceanographic factors in WPPNRI

573. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 29(1), 12–24. https://doi.org/10.15578/ifrj.29.1.2023.12-24

Pickens, B. A., Carroll, J., & Biggs, D. (2021). Oceanographic drivers of pelagic fish species distribution and community structure. *Fisheries Oceanography*, 30(4), 412–428. https://doi.org/10.1111/fog.12528

Pitcher, T. J., & Lam, M. E. (2020). Ecosystem approaches to fisheries: Back to the future or forward to the past? *Fish and Fisheries*, 21(4), 842–865. https://doi.org/10.1111/faf.12462

Polovina, J. J., Howell, E. A., & Abecassis, M. (2017). Oceanographic drivers of pelagic ecosystem dynamics in the Central Pacific. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 140, 42–51. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.12.008

Rodrigues, E., Santos, A. M., & Silva, A. (2023). Dissolved oxygen threshold as a vertical habitat limiter for pelagic predators. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1089201. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1089201

Ryther, J. H. (1969). Photosynthesis and fish production in the sea. *Science*, 166(3901), 72–76. https://doi.org/10.1126/science.166.3901.72

Santos, C. A., Silva, M. A., & Bensch, A. (2021). Integrating oceanographic processes into marine spatial planning and fisheries management. *Ocean & Coastal Management*, 208, 105623. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105623

Semedi, B., Maharani, A., & Setyohadi, D. (2023). Multisensor satellite correlation for mapping skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) migration zones in Southern Java. *Journal of Marine Science and Technology*, 31(2), 115–126.

Sigman, D. M., & Hain, M. P. (2012). The biological productivity of the ocean. *Nature Education Knowledge*, 3(6), 1–12.

Stock, C. A., John, J. G., Rykaczewski, R. R., Asch, R. G., Cheung, W. W. L., Dunne, J. P., & O'Brien, T. D. (2017). Reconciling fisheries catch and ocean productivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 114(8), E1441–E1449. https://doi.org/10.1073/pnas.1610238114

Suniada, K. I. (2025). Dinamika variabilitas suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap indeks ENSO dan IOD di Selat Lombok. *Jurnal Penginderaan Jauh Kelautan*, 12(1), 22–34.

Wang, C., Li, X., & Zhang, H. (2020). Geostrophic current impacts on pelagic fish migration corridors in tropical oceans. *Journal of Marine Systems*, 208, 103350. https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2020.103350

Whalen, C. B., de Lavergne, C., Garabato, A. N., & Klymak, J. M. (2020). The physical mechanisms driving ocean mixing. *Annual Review of Marine Science*, 12, 135–164. https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010419-010838

Wulandari, S. A., Zainuddin, M., & Safruddin, S. (2019). Impact of oceanographic conditions on the distribution of Indian oil sardine (*Sardinella lemuru*) in Bali Strait. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 370, 012025. https://doi.org/10.1088/1755-1315/370/1/012025

Xue, H., Incze, L. S., & Xu, Y. (2020). Physical-biological interactions shaping larval transport and recruitment in the Indonesian Seas. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125(8), e2020JC016301. https://doi.org/10.1029/2020JC016301

Yoneyama, K., Zhang, C., & Long, C. N. (2020). Tracking the Madden-Julian Oscillation and oceanic responses in the Maritime Continent. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 101(7), E1120–E1138.

Yuniar, N., Mallawa, A., & Nelwan, A. (2025). Pemetaan daerah penangkapan ikan layang (*Decapterus russelli*) berbasis indikator oseanografi di Teluk Bone. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 25(1), 77–91. https://doi.org/10.32491/jii.v25i1.1042

Yuniar, N., Mallawa, A., & Nelwan, A. (2025). Pemetaan daerah penangkapan ikan layang (*Decapterus russelli*) berbasis indikator oseanografi di Teluk Bone. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 25(1), 77–91. https://doi.org/10.32491/jii.v25i1.1042

Zainuddin, M., Farhum, S. A., Safruddin, S., & Nelwan, A. (2017). Detection of pelagic fish habitat hotspots using satellite remote sensing in the Banda Sea. *International Journal of Remote Sensing*, 38(8-10), 2465–2481. https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1275058

BAB 4

KARAKTERISTIK DAN PERSYARATAN DAERAH PENANGKAPAN IKAN

Oleh Sudirman Sukardi

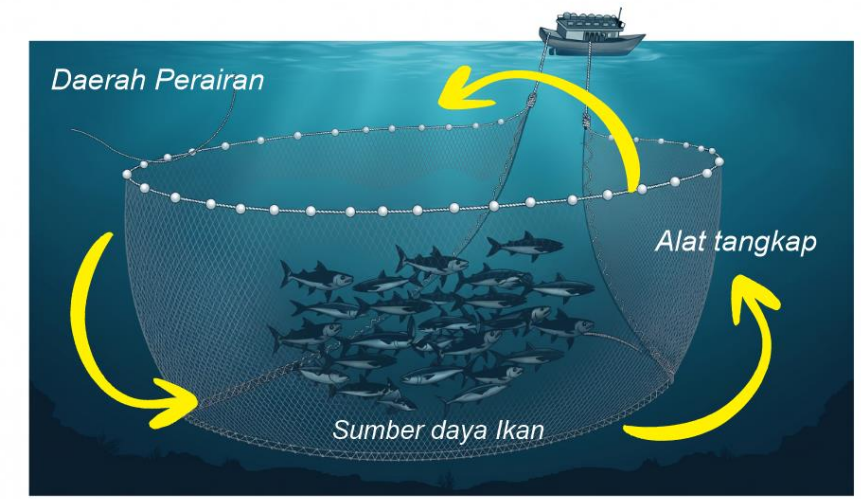
4.1 Batasan dan Persyaratan DPI

Secara sederhana, syarat suatu wilayah dapat dikatakan sebagai Daerah Penangkapan Ikan (DPI) apabila di dalam wilayah tersebut terjadi interaksi antara sumber daya ikan dengan alat penangkapan ikan. Interaksi tersebut berlangsung dalam suatu ruang perairan tertentu yang memiliki kondisi lingkungan yang memungkinkan sumber daya ikan berada dan alat tangkap dapat dioperasikan. Berdasarkan konsep tersebut, DPI pada dasarnya memiliki tiga komponen utama, yaitu perairan, sumber daya perikanan, dan alat penangkapan ikan.

Ketiga komponen tersebut merupakan satu kesatuan yang saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan dalam membentuk suatu DPI. Perairan berfungsi sebagai ruang tempat berlangsungnya aktivitas perikanan sekaligus sebagai habitat bagi sumber daya ikan. Kondisi perairan, baik yang berkaitan dengan karakteristik oseanografi maupun kondisi fisiknya, akan memengaruhi keberadaan, distribusi, dan konsentrasi sumber daya ikan. Sumber daya perikanan merupakan komponen biologis yang menjadi sasaran kegiatan penangkapan, sedangkan alat penangkapan ikan

merupakan sarana yang digunakan untuk menangkap dan memanfaatkan sumber daya tersebut.

DPI pada hakikatnya merupakan ruang perairan tempat terjadi interaksi antara lingkungan perairan, sumber daya ikan, dan teknologi penangkapan dalam suatu waktu tertentu. Dengan demikian, keberadaan suatu DPI tidak hanya ditentukan oleh adanya ikan, tetapi juga oleh tersedianya lingkungan perairan yang sesuai dan kemampuan alat tangkap untuk berinteraksi dengan sumber daya ikan tersebut. Suatu perairan yang memiliki kelimpahan ikan belum tentu dapat disebut sebagai DPI apabila ikan tersebut tidak dapat dijangkau atau dimanfaatkan dengan alat tangkap tertentu. Sebaliknya, suatu lokasi yang memungkinkan pengoperasian alat tangkap juga belum dapat dikategorikan sebagai DPI apabila tidak terdapat sumber daya ikan yang menjadi target penangkapan.



Gambar 4. 1 Konsep sederhana Daerah Penangkapan Ikan
(Sumber : Pribadi, Ilstrasi AI Gemini)

Namun, seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi perikanan, konsep dan persyaratan suatu wilayah untuk dapat dikategorikan sebagai Daerah Penangkapan Ikan (DPI) juga mengalami perkembangan. DPI tidak lagi dipandang semata-mata dari perspektif perikanan tangkap yang hanya menekankan pada keberadaan sumber daya ikan dan terjadinya interaksi antara ikan dengan alat penangkapan. Konsep DPI berkembang menjadi suatu wilayah yang perlu dilihat secara lebih komprehensif dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang menentukan keberhasilan, kelayakan, dan keberlanjutan aktivitas penangkapan ikan.

Dalam perspektif yang lebih luas, suatu wilayah dapat dikatakan sebagai DPI apabila memiliki potensi sumber daya ikan, kondisi habitat yang mendukung, teknologi penangkapan yang sesuai, serta memberikan manfaat ekonomi bagi kegiatan penangkapan ikan. Ketersediaan sumber daya ikan tidak dapat dipisahkan dari kondisi habitatnya, karena perubahan karakteristik lingkungan perairan dapat memengaruhi distribusi, kelimpahan, dan pola agregasi ikan. Oleh sebab itu, karakteristik oseanografi, produktivitas perairan, kedalaman, kondisi dasar perairan, serta faktor lingkungan lainnya menjadi bagian penting dalam memahami terbentuknya suatu DPI.

Selain aspek ekologis, aspek ekonomi juga menjadi pertimbangan penting. Suatu wilayah dengan kelimpahan ikan yang tinggi belum tentu menjadi DPI yang efektif apabila lokasi tersebut terlalu jauh dari fishing base, membutuhkan biaya operasi yang tinggi, atau hasil tangkapan yang diperoleh tidak sebanding dengan biaya penangkapan. Dengan demikian, nilai ekonomi dan efisiensi operasi menjadi bagian dari pertimbangan dalam menentukan apakah suatu wilayah layak dimanfaatkan sebagai DPI.

Perkembangan teknologi penangkapan dan teknologi informasi turut memperluas pemahaman mengenai DPI. Penggunaan alat tangkap yang semakin selektif, teknologi pendeteksi ikan, sistem navigasi, penginderaan jauh, data oseanografi, serta teknologi pemetaan dan prediksi fishing ground memungkinkan nelayan mengidentifikasi dan memanfaatkan wilayah penangkapan secara lebih tepat. Perkembangan tersebut menjadikan DPI tidak hanya ditentukan berdasarkan pengalaman nelayan, tetapi juga dapat diidentifikasi melalui integrasi antara informasi sumber daya ikan, kondisi lingkungan, teknologi, dan data spasial.

Di sisi lain, keberadaan DPI juga tidak terlepas dari aspek kelembagaan dan kebijakan pemerintah. Suatu wilayah yang secara ekologis dan ekonomis memiliki potensi sebagai daerah penangkapan belum tentu dapat dimanfaatkan secara bebas apabila berada dalam kawasan konservasi, zona dengan pembatasan aktivitas penangkapan, jalur pelayaran, atau wilayah lain yang memiliki ketentuan pemanfaatan tertentu. Oleh karena itu, aspek regulasi, zonasi, pengelolaan sumber daya, dan kepentingan konservasi menjadi bagian penting dalam menentukan pemanfaatan suatu DPI.

Dengan demikian, DPI dapat dipahami sebagai suatu konsep yang multidimensional, yang terbentuk dari keterkaitan antara lingkungan perairan, sumber daya perikanan, teknologi penangkapan, aspek ekonomi, serta kebijakan dan tata kelola perikanan. Pendekatan yang lebih luas ini diperlukan agar penentuan DPI tidak hanya berorientasi pada tingginya hasil tangkapan, tetapi juga mempertimbangkan kelayakan operasi, efisiensi ekonomi, kesesuaian teknologi, kondisi ekosistem, serta keberlanjutan pemanfaatan sumber daya perikanan.

Lebih jauh lagi, DPI tidak dapat hanya dibatasi pada interaksi antara alat penangkapan ikan dan sumber daya ikan. Seiring dengan berkembangnya digitalisasi data perikanan, penentuan DPI dapat dilakukan melalui suatu sistem atau

model dengan menggunakan berbagai pendekatan. DPI dapat ditentukan berdasarkan karakteristik perairan maupun aturan pemerintah melalui pembatasan wilayah pemanfaatan laut dan pengaturan musim penangkapan. Dengan demikian, penentuan DPI tidak semata-mata didasarkan pada terjadinya interaksi antara alat penangkapan ikan dan sumber daya ikan. Bahkan, melalui pemanfaatan berbagai data dan pendekatan pemodelan, suatu DPI dapat diidentifikasi atau diprediksi sebelum kegiatan penangkapan ikan dilakukan.

4.2 Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan

4.2.1 Karakteristik Osenografi dan Dinamika Spasial Temporal

Pembentukan Daerah Penangkapan Ikan (DPI) pada dasarnya tidak dapat dilepaskan dari perubahan kondisi oseanografi yang bersifat sangat dinamis. Secara umum, variabilitas kondisi perairan ini dipengaruhi oleh dua pilar utama, yaitu aspek fisik dan aspek biologis. Aspek biologis mencakup aktivitas organisme akuatik dan tingkat kesuburan perairan yang umumnya direpresentasikan melalui konsentrasi klorofil-a sebagai indikator utama produktivitas primer dan ketersediaan pakan alami (Prana Nala Shekina). Sementara itu, aspek fisik perairan meliputi Suhu Permukaan Laut (SPL/SST), pola dan kecepatan arus, tinggi gelombang, elevasi muka laut, batimetri atau kedalaman, tingkat kecerahan, serta dinamika pasang surut.

Namun, mempelajari karakteristik oseanografi Daerah Penangkapan Ikan (DPI) tidak cukup hanya dengan melihat parameter fisik dan biologis tersebut secara terpisah. Parameter-parameter ini tidak berdiri sendiri, melainkan saling memengaruhi, berinteraksi, dan membentuk suatu jalinan mekanisme yang relatif

kompleks di alam. Sebagai contoh, perubahan Suhu Permukaan Laut (SPL) yang berinteraksi dengan pola pergerakan arus dapat memicu stratifikasi massa air, mendorong fenomena pengangkatan nutrisi (upwelling), serta menentukan akumulasi dan sebaran konsentrasi klorofil-a secara spasial maupun temporal. Oleh karena itu, anomali perubahan kondisi oseanografi seperti dinamika suhu, pola arus, dan fluktuasi klorofil-a yang mencerminkan tingkat kelimpahan fitoplankton menjadi indikator yang sangat krusial dan digunakan secara mendasar dalam menentukan daerah penangkapan ikan (Kurnianto et al., 2024).

Kompleksitas interaksi inilah yang pada akhirnya menentukan kualitas suatu habitat akuatik. Kombinasi antar-parameter tersebut membentuk kisaran toleransi fisiologis dan preferensi habitat (environmental window) yang spesifik bagi spesies target (Buenafe et al., 2024). Bagi populasi ikan pelagis, dinamika ini menjadi penanda lingkungan yang memicu insting bergerak dan beragregasi pada ruang perairan tertentu, yang kemudian dimanfaatkan oleh armada kapal sebagai lokasi penangkapan ikan yang efektif.

Parameter Fisik Perairan

Karakteristik fisik perairan merupakan salah satu komponen penting dalam memahami pembentukan dan distribusi Daerah Penangkapan Ikan (DPI). Kondisi fisik perairan memiliki variasi secara spasial dan temporal, sehingga karakteristik suatu wilayah perairan tidak selalu sama dengan wilayah lainnya. Perbedaan tersebut dapat terlihat melalui suhu permukaan laut, arus, batimetri, dan kekeruhan. Masing-masing parameter memiliki karakteristik spasial yang berbeda dan dapat memberikan gambaran mengenai kondisi lingkungan pada suatu wilayah penangkapan. Oleh karena itu, dalam

perspektif DPI, parameter fisik perairan tidak hanya digunakan untuk menggambarkan kondisi lingkungan, tetapi juga untuk memahami mengapa suatu wilayah memiliki karakteristik yang berbeda dengan wilayah penangkapan lainnya.

Pemanfaatan parameter oseanografi dalam mengidentifikasi DPI telah banyak dilakukan dengan memanfaatkan data penginderaan jauh dan sistem informasi geografis. Data spasial memungkinkan kondisi lingkungan perairan dipetakan secara lebih luas sehingga distribusi daerah dengan karakteristik oseanografi tertentu dapat diketahui. Penelitian di Laut Sawu, misalnya, menunjukkan bahwa variasi spasial dan temporal SST dan klorofil-a dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam mengidentifikasi daerah yang berpotensi menjadi daerah penangkapan ikan. Demikian pula penelitian di WPP 718 menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan berkaitan dengan kombinasi beberapa kondisi oseanografi, termasuk SST, klorofil-a, tinggi muka laut, dan kecepatan arus.

Suhu Permukaan Laut

Suhu permukaan laut (Sea Surface Temperature/SST) merupakan salah satu parameter fisik yang penting dalam menggambarkan karakteristik spasial suatu DPI. Distribusi SST di suatu wilayah perairan tidak selalu seragam karena dipengaruhi oleh pertukaran panas antara laut dan atmosfer, kedalaman perairan, pencampuran massa air, arus, serta proses oseanografi lainnya. Perbedaan suhu tersebut dapat membentuk zona dengan karakteristik lingkungan yang berbeda dan pada kondisi tertentu berkaitan dengan distribusi organisme laut serta keberadaan ikan.

Dalam perspektif spasial DPI, SST dapat digunakan untuk melihat pola distribusi wilayah perairan yang memiliki kondisi suhu tertentu dan kemudian dibandingkan dengan lokasi penangkapan ikan. Hubungan antara SST dan keberadaan ikan tidak selalu menunjukkan bahwa semakin tinggi atau semakin rendah suhu akan menghasilkan lebih banyak ikan, tetapi lebih berkaitan dengan kesesuaian kondisi suhu terhadap kebutuhan ekologis spesies tertentu. Penelitian pada ikan kembung di perairan Spermonde, misalnya, menunjukkan adanya kisaran SST tertentu yang berkaitan dengan distribusi hasil tangkapan dan dapat digunakan untuk memetakan daerah penangkapan potensial.

Dengan demikian, pemetaan SST dapat memberikan gambaran mengenai kondisi termal suatu DPI dan perubahan spasialnya. Perbedaan pola SST antarwilayah juga dapat menjadi salah satu dasar untuk menjelaskan mengapa lokasi penangkapan ikan dapat berubah secara spasial maupun temporal. Dalam penelitian yang menggunakan data satelit, informasi SST dapat diperoleh secara kontinu dan kemudian dibandingkan dengan titik atau wilayah penangkapan untuk melihat keterkaitan antara kondisi termal perairan dengan aktivitas perikanan.

Arus

Arus merupakan parameter fisik yang menggambarkan pergerakan massa air dan memiliki peranan penting dalam membentuk karakteristik suatu wilayah perairan. Distribusi arus secara spasial dapat berbeda akibat pengaruh angin, pasang surut, perbedaan massa jenis, bentuk garis pantai, kedalaman perairan, serta interaksi antarmassa air. Oleh karena itu, suatu wilayah yang berada dalam satu kawasan pengelolaan

perikanan belum tentu memiliki karakteristik arus yang sama.

Karakteristik arus pada suatu wilayah perairan dapat menggambarkan dinamika pergerakan massa air serta mengidentifikasi wilayah yang memiliki pola sirkulasi tertentu. Arus dapat digunakan untuk melihat dinamika perairan dan mengidentifikasi wilayah yang memiliki karakteristik pergerakan massa air tertentu. Perubahan arah dan kecepatan arus dapat memengaruhi distribusi organisme planktonik, perpindahan massa air, serta proses transportasi material dan nutrien. Kondisi tersebut pada akhirnya dapat berkaitan dengan distribusi ikan dan lokasi aktivitas penangkapan. Penelitian di perairan Indonesia juga menunjukkan bahwa karakteristik arus bersama dengan SST dan klorofil-a dapat digunakan untuk menjelaskan kondisi oseanografi pada wilayah penangkapan.

Pemetaan arah dan kecepatan arus memungkinkan karakteristik dinamika perairan pada suatu DPI diketahui secara spasial. Wilayah dengan arus yang lebih kuat, lebih lemah, atau memiliki perubahan arah tertentu dapat menunjukkan karakteristik lingkungan yang berbeda. Oleh sebab itu, informasi arus dapat digunakan untuk melengkapi parameter lainnya dalam menjelaskan perbedaan kondisi antarwilayah penangkapan, terutama ketika perubahan lokasi penangkapan berkaitan dengan perubahan kondisi perairan.

Batimetri

Batimetri menggambarkan variasi kedalaman dan bentuk dasar perairan yang secara langsung membentuk karakteristik fisik suatu wilayah laut. Perbedaan kedalaman dapat memengaruhi proses pencampuran massa air, distribusi suhu, arus dekat dasar, serta kondisi habitat yang tersedia bagi organisme laut. Selain itu,

perubahan kedalaman dan bentuk dasar perairan dapat membentuk kondisi lingkungan tertentu yang menjadi habitat atau jalur pergerakan berbagai jenis ikan.

Pada penentuan DPI, batimetri menjadi salah satu aspek yang perlu dipertimbangkan karena tidak hanya berkaitan dengan ruang vertikal yang digunakan ikan sebagai habitat, tetapi juga menentukan kesesuaian kondisi perairan terhadap pengoperasian alat penangkapan ikan. Karakteristik kedalaman perairan dapat memengaruhi distribusi ikan sesuai dengan preferensi habitatnya, sekaligus menjadi batas bagi pengoperasian alat tangkap tertentu. Dengan demikian, keberadaan daerah penangkapan tidak hanya ditentukan oleh kondisi permukaan laut, tetapi juga oleh karakteristik ruang perairan tempat ikan melakukan berbagai aktivitas.

Distribusi kedalaman dapat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah yang sesuai dengan karakteristik operasi alat penangkapan tertentu sekaligus memberikan informasi mengenai kemungkinan keterkaitan antara kedalaman dan distribusi ikan. Perbedaan kedalaman dapat mencerminkan perbedaan kondisi habitat, karakteristik dasar perairan, maupun ruang hidup yang dimanfaatkan oleh spesies target. Oleh karena itu, peta batimetri dapat digunakan sebagai salah satu lapisan informasi spasial dalam menggambarkan karakteristik suatu DPI, terutama untuk melihat kesesuaian antara kedalaman perairan, habitat ikan, dan kemampuan operasional alat penangkapan ikan. Batimetri juga penting ketika beberapa wilayah penangkapan memiliki kondisi permukaan laut yang relatif serupa tetapi menunjukkan karakteristik hasil tangkapan yang berbeda. Dalam kondisi tersebut, perbedaan kedalaman dan bentuk dasar perairan dapat menjadi salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan

untuk menjelaskan perbedaan karakteristik habitat dan distribusi ikan.

4.2.2 Karakteristik Biologis dan Adaptasi Habitat Ikan

Karakteristik biologis ikan merupakan salah satu komponen penting dalam pembentukan suatu Daerah Penangkapan Ikan (DPI). Keberadaan ikan pada suatu wilayah perairan tidak hanya ditentukan oleh kondisi oseanografi, tetapi juga oleh kemampuan ikan dalam merespons dan beradaptasi terhadap kondisi lingkungan. Setiap spesies memiliki kebutuhan habitat, kisaran toleransi fisiologis, pola pergerakan, serta kebutuhan makanan yang berbeda. Perbedaan karakteristik tersebut menyebabkan ikan tidak tersebar secara merata di seluruh perairan, tetapi cenderung terkonsentrasi pada wilayah yang memiliki kondisi lingkungan sesuai dengan kebutuhan biologisnya. Dalam konteks DPI, konsentrasi ikan pada suatu wilayah inilah yang kemudian menjadi salah satu dasar terbentuknya daerah penangkapan ikan.

Hubungan antara ikan dan habitatnya bersifat dinamis. Perubahan suhu, salinitas, kedalaman, arus, ketersediaan makanan, maupun kondisi habitat dapat memengaruhi distribusi dan kelimpahan ikan. Data penginderaan jauh dan informasi oseanografi bahkan banyak digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik habitat yang sesuai bagi berbagai spesies ikan karena kondisi lingkungan dapat membatasi maupun mendukung keberadaan, pertumbuhan, reproduksi, dan pergerakan ikan. Dengan demikian, karakteristik biologis ikan perlu dipertimbangkan dalam memahami mengapa suatu wilayah perairan menjadi daerah dengan konsentrasi ikan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah sekitarnya.

Dalam perspektif DPI, habitat ikan tidak dapat dipahami hanya berdasarkan keberadaan ikan pada suatu lokasi. Suatu wilayah dapat menjadi habitat yang sesuai untuk satu spesies, tetapi belum tentu sesuai bagi spesies lainnya. Selain itu, kebutuhan habitat ikan dapat berubah sesuai dengan tahap kehidupannya. Wilayah yang digunakan sebagai tempat mencari makan dapat berbeda dengan wilayah pemijahan maupun daerah asuhan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai preferensi habitat, toleransi fisiologis, perilaku agregasi, interaksi trofik, serta distribusi kelimpahan stok menjadi penting dalam menjelaskan karakteristik biologis suatu DPI.

Preferensi Habitat Spesies Target

Setiap spesies ikan memiliki preferensi terhadap karakteristik habitat tertentu yang berkaitan dengan kebutuhan hidupnya. Berdasarkan posisi dan karakteristik habitatnya, ikan dapat ditemukan pada zona pelagis, demersal, maupun wilayah estuari dan pesisir. Ikan pelagis umumnya memanfaatkan kolom perairan dan memiliki hubungan yang kuat dengan kondisi lingkungan perairan terbuka, sedangkan ikan demersal lebih berkaitan dengan karakteristik dasar perairan, kedalaman, substrat, dan habitat bentik. Secara khusus, keberadaan schooling (gerombolan) ikan pelagis sangat ditentukan oleh kondisi habitat yang optimal, yang ditandai oleh ketersediaan konsentrasi klorofil-a yang memadai sebagai pakan serta kisaran suhu permukaan laut yang pas dan sesuai bagi masing-masing jenis ikan pelagis kecil (Pratama et al., n.d.). Sementara itu, wilayah estuari dan pesisir memiliki karakteristik lingkungan yang lebih dinamis dan dapat dimanfaatkan oleh berbagai jenis ikan untuk mencari makanan, berlindung, tumbuh, maupun menyelesaikan tahapan tertentu dalam siklus hidupnya.

Perbedaan preferensi habitat tersebut menyebabkan distribusi ikan secara spasial tidak bersifat acak. Suatu spesies akan cenderung berada pada wilayah yang menyediakan kondisi lingkungan dan sumber daya yang sesuai dengan kebutuhan hidupnya. Pada ikan demersal, misalnya, karakteristik dasar perairan dapat menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan distribusinya, sedangkan pada ikan pelagis kondisi massa air dan ketersediaan makanan pada kolom perairan dapat lebih menentukan keberadaannya. Oleh karena itu, karakteristik habitat menjadi salah satu informasi penting dalam mengidentifikasi wilayah yang berpotensi menjadi DPI bagi spesies target tertentu.

Dalam konteks DPI, preferensi habitat tersebut dapat diterjemahkan menjadi informasi spasial. Distribusi ikan target dapat dibandingkan dengan karakteristik lingkungan untuk mengetahui kondisi habitat yang berasosiasi dengan keberadaan dan kelimpahan ikan. Pendekatan seperti ini memungkinkan DPI tidak hanya ditentukan berdasarkan lokasi ikan pernah tertangkap, tetapi juga berdasarkan karakteristik habitat yang secara ekologis sesuai dengan kebutuhan spesies target. Penelitian mengenai pemetaan daerah penangkapan ikan juga menunjukkan bahwa integrasi parameter oseanografi dan informasi distribusi ikan dapat digunakan untuk menggambarkan wilayah yang memiliki tingkat kesesuaian habitat dan potensi penangkapan yang berbeda secara spasial.

Dengan demikian, karakteristik habitat spesies target menjadi salah satu persyaratan biologis dalam pembentukan DPI. Semakin sesuai kondisi habitat suatu wilayah terhadap kebutuhan spesies target, semakin besar kemungkinan wilayah tersebut dimanfaatkan oleh ikan sebagai bagian dari ruang hidupnya. Namun, kesesuaian habitat tidak selalu menunjukkan bahwa ikan

akan berada dalam jumlah yang tinggi karena keberadaan ikan juga dipengaruhi oleh tahap kehidupan, ketersediaan makanan, interaksi dengan organisme lain, serta pola pergerakan ikan.

Klorofil Sebagai Indikator Daerah Penangkapan Yang potensial

Fitoplankton memegang peranan krusial sebagai produsen utama dalam jaringan makanan perairan (*food web*), memanfaatkan energi matahari untuk proses fotosintesis yang sekaligus menghasilkan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*/DO) bagi ekosistem perairan. Keberadaan dan kelimpahan fitoplankton secara langsung diwakili oleh konsentrasi pigmen klorofil-a, yang merupakan indikator utama tingkat produktivitas primer dan kualitas air di suatu perairan. Dalam dinamika ekosistem laut, daerah dengan kelimpahan klorofil-a yang tinggi secara otomatis menjadi area penarik (*feeding ground*) bagi organisme tingkat trofik di atasnya, mulai dari zooplankton hingga komunitas ikan pelagis kecil dan besar. Oleh karena itu, estimasi sebaran klorofil-a menjadi dasar utama dalam mengidentifikasi dan memetakan Daerah Penangkapan Ikan (DPI) yang potensial.

Keberadaan klorofil-a sebagai penentu potensi DPI tidak bekerja secara terisolasi, melainkan terikat kuat oleh interaksi multifaktor dengan parameter fisik-kimia perairan seperti Suhu Permukaan Laut (SPL/SST), salinitas, dan kedalaman perairan. Pada ekosistem perairan dangkal maupun danau/bozem, fluktuasi parameter kualitas air seperti tingginya suhu perairan dan kekeruhan dapat menurunkan kadar oksigen terlarut serta menghambat penetrasi cahaya matahari yang dibutuhkan fitoplankton untuk fotosintesis, sehingga menurunkan kelimpahan plankton. Sebaliknya, di

wilayah laut terbuka seperti Laut Jawa (WPPNRI 712), fenomena pengangkatan massa air (*upwelling*) yang ditandai oleh kombinasi nilai klorofil-a yang tinggi dan suhu permukaan laut yang relatif rendah memicu tingginya titik potensi penangkapan ikan pelagis kecil. Pola musim juga memegang peranan penting; pada Musim Peralihan I (Maret–Mei), klorofil-a yang berada pada kisaran optimal (0,79mg/m^3) dan didukung oleh suhu air laut yang stabil memicu terjadinya puncak musim penangkapan ikan pelagis kecil.

Secara spasial dan ekologis, pemanfaatan klorofil-a sebagai indikator potensi DPI terbukti efektif baik untuk kelompok pelagis kecil maupun pelagis besar:

1. Potensi Ikan Pelagis Kecil: Kelompok ikan pelagis kecil umumnya hidup dan beraktivitas pada kisaran konsentrasi klorofil-a 0,2 - 2,0 mg/m^3. Integrasi citra satelit (seperti Aqua MODIS) untuk menganalisis klorofil-a yang dikombinasikan dengan SPL (29-31^{o}C) dan kedalaman perairan ideal (0-50 meter) mampu memetakan zona tangkapan potensial secara presisi, khususnya di wilayah perairan pesisir selatan Pulau Kalimantan dan utara Pulau Jawa.
2. Potensi Ikan Pelagis Besar (Cakalang - *Katsuwonus pelamis*): Pada spesies pelagis besar seperti cakalang, konsentrasi klorofil-a menjadi petunjuk tidak langsung atas keberadaan pakan. Pemetaan DPI cakalang di perairan Kota Ternate menggunakan ekstraksi citra satelit berbasis algoritma MOREL 4 menunjukkan bahwa area dengan kerapatan klorofil-a yang tinggi (0,23 - 0,89 mg/l, yang bertumpuk (*overlay*) dengan kisaran SPL ideal (29 – 32^{o}C) serta salinitas 34 – 36 psu, membentuk zona penangkapan cakalang paling potensial di bagian barat Pulau Ternate dan Pulau Hiri.

Dengan mengombinasikan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memantau sebaran klorofil-a secara temporal dan spasial, informasi zona potensi penangkapan ikan dapat disajikan secara akurat kepada nelayan. Hal ini tidak hanya memangkas waktu eksplorasi dan mengoptimalkan penggunaan bahan bakar minyak (BBM) saat beroperasi di laut, tetapi juga mendukung strategi pengelolaan sumber daya perikanan yang efisien, terpadu, dan berkelanjutan. (Ades Suryaningtias et al., 2025; Ardi, 2024; Prana Nala Shekina et al., 2024; Surahman, 2016)

Kisaran Toleransi Fisiologis dan Perilaku Agregasi

Keberadaan ikan pada suatu habitat juga dipengaruhi oleh kemampuan fisiologisnya dalam menghadapi perubahan kondisi lingkungan. Setiap spesies memiliki kisaran toleransi tertentu terhadap faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, kedalaman, dan kondisi hidrodinamika. Kondisi lingkungan yang berada dalam kisaran toleransi dapat mendukung aktivitas metabolisme, pertumbuhan, reproduksi, dan pergerakan ikan, sedangkan kondisi yang berada di luar kisaran tersebut dapat menyebabkan ikan berpindah menuju wilayah yang lebih sesuai (Harefa, 2025; Mondal et al., 2021)

Respons ikan terhadap kondisi lingkungan tersebut menyebabkan distribusi ikan dapat berubah secara spasial maupun temporal. Dengan kata lain, perubahan karakteristik perairan dapat diikuti oleh perubahan lokasi konsentrasi ikan. Dalam kajian habitat ikan, kondisi oseanografi dapat digunakan untuk menggambarkan habitat yang sesuai bagi aktivitas makan, pemijahan, pertumbuhan, maupun penghindaran predator. Oleh karena itu, kisaran toleransi fisiologis

menjadi salah satu penghubung antara karakteristik lingkungan perairan dengan distribusi ikan.

Selain toleransi fisiologis, perilaku ikan juga berperan penting dalam pembentukan konsentrasi ikan. Ikan dapat melakukan agregasi pada wilayah tertentu sebagai respons terhadap ketersediaan makanan, kondisi lingkungan yang sesuai, perlindungan dari predator, maupun kebutuhan reproduksi. Agregasi tersebut dapat membentuk *feeding ground* dan *spawning ground* yang memiliki karakteristik ekologis berbeda. Pemilihan lokasi pemijahan, misalnya, berkaitan dengan kebutuhan untuk meningkatkan keberhasilan hidup telur dan larva serta menjaga keterhubungan dengan habitat yang digunakan pada tahap kehidupan berikutnya.

Dalam konteks DPI, perilaku agregasi menjadi sangat penting karena konsentrasi ikan pada suatu lokasi akan meningkatkan peluang terjadinya keberhasilan penangkapan. Namun, wilayah dengan konsentrasi ikan yang tinggi tidak selalu merupakan wilayah yang digunakan ikan sepanjang waktu. Suatu lokasi dapat berfungsi sebagai *feeding ground* pada periode tertentu dan kemudian ditinggalkan ketika kondisi lingkungan atau kebutuhan biologis ikan berubah. Oleh sebab itu, DPI pada dasarnya bersifat dinamis dan dapat berubah mengikuti perubahan habitat serta perilaku ikan.

Interaksi Trofik dan Distribusi Kelimpahan Stok Ikan

Ketersediaan makanan merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi distribusi dan kelimpahan ikan. Produktivitas perairan membentuk dasar rantai makanan yang kemudian mendukung keberadaan organisme pada tingkat trofik yang lebih tinggi. Fitoplankton sebagai produsen primer dapat dimanfaatkan oleh zooplankton, selanjutnya zooplankton dan organisme lainnya menjadi sumber

makanan bagi ikan. Dengan demikian, distribusi ikan pada suatu wilayah dapat berkaitan dengan distribusi sumber makanan yang tersedia pada wilayah tersebut.

Hubungan tersebut menyebabkan karakteristik biologis DPI tidak hanya ditentukan oleh keberadaan ikan target, tetapi juga oleh interaksi antara ikan dengan organisme lain dalam ekosistem. Perubahan ketersediaan makanan dapat memengaruhi distribusi, pertumbuhan, migrasi, dan agregasi ikan. Oleh karena itu, wilayah dengan produktivitas primer dan ketersediaan mangsa yang tinggi dapat menjadi habitat yang mendukung konsentrasi ikan tertentu. Namun, hubungan tersebut tetap bergantung pada jenis ikan, tingkat trofik, serta karakteristik ekosistem yang bersangkutan.

Distribusi kelimpahan stok ikan pada akhirnya merupakan hasil interaksi antara kebutuhan biologis ikan, kondisi habitat, ketersediaan makanan, dan dinamika lingkungan. Dalam perspektif DPI, wilayah dengan kondisi habitat yang sesuai dan sumber makanan yang tersedia dapat menjadi lokasi dengan konsentrasi stok yang lebih tinggi. Kondisi tersebut kemudian meningkatkan peluang wilayah tersebut dimanfaatkan sebagai daerah penangkapan ikan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai interaksi trofik dan distribusi kelimpahan stok dapat membantu menjelaskan mengapa suatu wilayah memiliki potensi penangkapan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya.

Dengan demikian, karakteristik biologis ikan melengkapi informasi mengenai karakteristik fisik dan oseanografi perairan dalam menjelaskan pembentukan DPI. Karakteristik oseanografi menentukan kondisi lingkungan, sedangkan respons biologis ikan menentukan bagaimana kondisi tersebut dimanfaatkan oleh ikan sebagai habitat. Interaksi keduanya menghasilkan pola distribusi, agregasi, dan kelimpahan

stok yang bersifat spasial dan temporal. DPI dengan demikian dapat dipahami sebagai wilayah tempat terjadi kesesuaian antara kondisi lingkungan, kebutuhan biologis ikan, ketersediaan sumber daya, dan aktivitas penangkapan.

4.2.3 Adaptasi Unit Penangkapan (Kapal & Alat Tangkap)

Keberadaan sumber daya ikan pada suatu wilayah perairan belum secara langsung menjadikan wilayah tersebut sebagai daerah penangkapan ikan yang dapat dimanfaatkan. Pemanfaatan sumber daya ikan juga bergantung pada kemampuan unit penangkapan ikan dalam mencapai, mengoperasikan alat tangkap, dan mempertahankan kegiatan penangkapan pada wilayah tersebut. Unit penangkapan ikan yang terdiri atas kapal dan alat tangkap harus memiliki kemampuan yang sesuai dengan karakteristik perairan serta karakteristik ikan yang menjadi target penangkapan. Dengan demikian, aspek teknis merupakan salah satu komponen penting dalam menentukan apakah suatu wilayah perairan dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai DPI.

Interaksi antara kapal, alat tangkap, lingkungan perairan, dan sumber daya ikan membentuk suatu sistem operasi penangkapan yang saling berkaitan. Karakteristik perairan menentukan tingkat kesulitan kapal dalam mencapai dan mempertahankan posisi operasi, sedangkan karakteristik ikan menentukan jenis dan desain alat tangkap yang sesuai. Pada saat yang sama, kemampuan kapal menentukan jangkauan operasi dan kemampuan membawa serta mengoperasikan alat tangkap. Oleh karena itu, keberhasilan kegiatan penangkapan ikan tidak hanya ditentukan oleh keberadaan ikan, tetapi juga oleh kesesuaian antara kemampuan unit penangkapan dengan kondisi DPI.

Kapabilitas Armada Kapal terhadap Tantangan Oseanografi

Kapal penangkap ikan berfungsi sebagai sarana untuk membawa nelayan dan alat tangkap menuju lokasi sumber daya ikan serta mendukung seluruh proses operasi penangkapan. Kemampuan kapal untuk mencapai suatu DPI dipengaruhi oleh karakteristik teknis kapal, seperti ukuran kapal, kapasitas bahan bakar, daya mesin, kapasitas muatan, serta kemampuan kapal menghadapi kondisi gelombang, angin, dan arus. Perbedaan karakteristik tersebut menyebabkan setiap kapal memiliki kemampuan jelajah dan batas operasional yang berbeda.

Dalam perspektif pengelolaan Daerah Penangkapan Ikan (DPI), jangkauan operasi merupakan salah satu faktor kunci yang menentukan luas wilayah perairan yang dapat dimanfaatkan oleh suatu armada penangkapan. Pemanfaatan pemodelan spasial, seperti Maximum Entropy (MaxEnt), menjadi sangat krusial dalam memprediksi DPI secara presisi sehingga penggunaan bahan bakar minyak (BBM) dapat dioptimalkan (Ar-ridhaty Akita et al., 2023). Kapal dengan kapasitas bahan bakar dan daya jelajah yang tinggi mampu menjangkau wilayah penangkapan yang jauh dari pangkalan. Sebaliknya, armada dengan ukuran dan kapasitas yang terbatas cenderung beroperasi di kawasan pesisir yang relatif dekat dengan pangkalan. Dengan demikian, distribusi DPI yang dimanfaatkan oleh nelayan tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan dan kelimpahan stok ikan, tetapi juga oleh kemampuan teknis kapal dalam menjangkau lokasi tersebut secara ekonomis, efisien, dan aman.

Selain jangkauan, kemampuan kapal dalam mempertahankan keselamatan dan stabilitas selama operasi atau *seakeeping* juga menjadi pertimbangan penting. Kondisi oseanografi yang berbeda menghasilkan tingkat tantangan yang berbeda terhadap unit penangkapan. Arus yang kuat, gelombang tinggi, dan angin dapat memengaruhi stabilitas kapal, konsumsi bahan bakar, kecepatan pelayaran, serta kemampuan nelayan dalam melakukan operasi alat tangkap. Oleh karena itu, suatu wilayah yang memiliki potensi sumber daya ikan belum tentu dapat dimanfaatkan secara optimal apabila kondisi perairannya berada di luar kemampuan operasional kapal yang digunakan.

Kemampuan navigasi juga menjadi bagian penting dalam pemanfaatan DPI. Penentuan lokasi penangkapan memerlukan kemampuan kapal untuk menuju lokasi target, mempertahankan posisi, dan melakukan perpindahan lokasi apabila kondisi sumber daya ikan berubah. Perkembangan teknologi navigasi dan pemanfaatan informasi spasial memungkinkan nelayan menentukan lokasi operasi dengan lebih efektif. Informasi mengenai koordinat daerah penangkapan, kondisi oseanografi, kedalaman, serta posisi kapal dapat digunakan secara bersama-sama untuk mendukung pengambilan keputusan selama operasi penangkapan.

Dengan demikian, kapabilitas kapal dapat menjadi faktor pembatas dalam pemanfaatan DPI. Wilayah yang secara ekologis memiliki kondisi yang sesuai bagi keberadaan ikan belum tentu dapat menjadi wilayah operasi bagi seluruh jenis kapal. Setiap armada memiliki batas kemampuan operasional yang membentuk ruang jelajah dan pilihan DPI yang berbeda. Oleh sebab itu, karakteristik DPI perlu dipahami tidak hanya berdasarkan kondisi sumber daya dan lingkungan, tetapi

juga berdasarkan kemampuan armada yang mengoperasikannya.

Kesesuaian Desain Alat Tangkap dengan Habitat dan Perilaku Target

Selain kapal, alat tangkap merupakan komponen teknis yang secara langsung berinteraksi dengan sumber daya ikan. Setiap alat tangkap dirancang untuk menangkap ikan dengan karakteristik tertentu berdasarkan habitat, perilaku, ukuran, pola pergerakan, maupun kebiasaan ikan. Oleh karena itu, kesesuaian alat tangkap dengan karakteristik biologis ikan menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan keberhasilan operasi penangkapan di suatu DPI.

Perbedaan habitat ikan menyebabkan alat tangkap yang digunakan juga memiliki karakteristik operasi yang berbeda. Alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan pelagis umumnya beroperasi pada kolom perairan, sedangkan alat tangkap untuk ikan demersal berhubungan lebih dekat dengan dasar perairan. Demikian pula, ikan yang memiliki perilaku bergerombol dapat ditangkap dengan alat yang memanfaatkan pola agregasi tersebut, sementara ikan dengan pola pergerakan yang lebih menyebar membutuhkan pendekatan penangkapan yang berbeda. Dengan demikian, desain dan metode pengoperasian alat tangkap perlu disesuaikan dengan ruang hidup dan perilaku ikan target.

Kesesuaian tersebut tidak hanya berkaitan dengan jenis alat tangkap, tetapi juga mencakup ukuran, bentuk, bahan, konstruksi, serta cara pengoperasiannya. Ukuran mata jaring, misalnya, dapat memengaruhi ukuran ikan yang tertangkap, sedangkan dimensi dan konstruksi alat tangkap menentukan ruang perairan yang dapat dijangkau selama proses penangkapan. Pada alat tangkap

aktif, kemampuan alat untuk bergerak dan mengejar atau mengurung ikan juga sangat dipengaruhi oleh karakteristik kapal dan kondisi lingkungan perairan.

Dalam konteks DPI, kesesuaian alat tangkap dengan habitat dan perilaku ikan menyebabkan suatu wilayah dapat memiliki tingkat efektivitas penangkapan yang berbeda bagi alat tangkap yang berbeda. Suatu wilayah yang menjadi habitat dan daerah agregasi spesies target belum tentu memberikan hasil tangkapan yang tinggi apabila alat tangkap yang digunakan tidak sesuai dengan karakteristik ikan atau kondisi habitatnya. Oleh karena itu, identifikasi DPI perlu mempertimbangkan interaksi antara distribusi ikan dengan karakteristik alat tangkap yang digunakan untuk mengeksploitasi sumber daya tersebut.

Sinergitas Kapal-Alat Tangkap sebagai Kunci Keberhasilan Operasi di DPI

Kapal dan alat tangkap pada dasarnya merupakan satu kesatuan unit penangkapan yang tidak dapat dipisahkan dalam kegiatan penangkapan ikan. Kemampuan kapal menentukan sejauh mana unit penangkapan dapat menjangkau dan beroperasi di suatu DPI, sedangkan karakteristik alat tangkap menentukan bagaimana sumber daya ikan dapat dimanfaatkan pada wilayah tersebut. Dengan demikian, keberhasilan operasi penangkapan merupakan hasil dari kesesuaian antara kemampuan kapal, desain alat tangkap, karakteristik lingkungan, dan perilaku ikan target.

Ketidaksesuaian antara kapal dan alat tangkap dapat mengurangi efektivitas operasi penangkapan. Kapal yang memiliki kemampuan jelajah tinggi tetapi menggunakan alat tangkap yang tidak sesuai dengan karakteristik ikan tidak akan menghasilkan operasi yang optimal. Sebaliknya, alat tangkap yang sangat sesuai dengan

perilaku ikan tidak akan memberikan manfaat maksimal apabila kapal tidak memiliki kemampuan untuk mencapai atau mempertahankan operasi pada wilayah habitat ikan tersebut. Sinergi antara keduanya menjadi penting untuk memastikan bahwa potensi sumber daya ikan pada suatu DPI dapat dimanfaatkan secara efektif.

Oleh karena itu, DPI dapat dipandang sebagai ruang operasi yang terbentuk dari pertemuan antara sumber daya ikan, karakteristik lingkungan, dan kemampuan teknis unit penangkapan. Keberadaan ikan menunjukkan adanya potensi sumber daya, kondisi lingkungan menyediakan habitat yang sesuai, sedangkan kapal dan alat tangkap menentukan kemampuan manusia dalam mengakses dan memanfaatkan sumber daya tersebut. Interaksi ketiga komponen tersebut menjadi dasar penting dalam memahami bahwa DPI bukan hanya lokasi dengan keberadaan ikan, tetapi merupakan wilayah yang secara ekologis dan teknis memungkinkan dilakukannya kegiatan penangkapan ikan.

Dalam perkembangannya, pemanfaatan teknologi spasial dan informasi oseanografi memungkinkan kesesuaian antara karakteristik DPI dan kemampuan unit penangkapan dianalisis secara lebih komprehensif. Informasi mengenai distribusi sumber daya, karakteristik habitat, kondisi oseanografi, serta kemampuan armada dapat diintegrasikan untuk menentukan wilayah yang tidak hanya memiliki potensi ikan, tetapi juga layak dan efektif untuk dioperasikan oleh unit penangkapan tertentu. Dengan pendekatan tersebut, penentuan DPI dapat berkembang dari sekadar identifikasi lokasi keberadaan ikan menjadi identifikasi ruang operasi yang mempertimbangkan aspek ekologis, teknis, dan operasional secara bersamaan.

Implikasi Karakteristik DPI terhadap Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan

Karakteristik DPI yang terbentuk dari interaksi antara kondisi lingkungan, sumber daya ikan, serta kemampuan unit penangkapan menunjukkan bahwa DPI bukan merupakan wilayah yang bersifat tetap. Perubahan kondisi oseanografi, distribusi dan kelimpahan ikan, perilaku ikan, serta kemampuan armada dapat menyebabkan perubahan lokasi dan intensitas pemanfaatan DPI. Kondisi tersebut memiliki implikasi penting terhadap pengelolaan perikanan karena aktivitas penangkapan pada suatu wilayah dapat berubah mengikuti perubahan karakteristik sumber daya dan lingkungan.

Pengelolaan DPI oleh karena itu tidak cukup hanya didasarkan pada informasi mengenai lokasi penangkapan ikan. Informasi mengenai karakteristik oseanografi, habitat, distribusi ikan, jenis dan kemampuan unit penangkapan, serta intensitas upaya penangkapan perlu dipertimbangkan secara bersama-sama. Integrasi berbagai informasi tersebut dapat memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai produktivitas suatu DPI, tingkat pemanfaatannya, serta potensi tekanan terhadap sumber daya dan ekosistem.

4.3 Integrasi Karakteristik DPI dalam Analisis *Catch* dan *Effort*

Hasil tangkapan (*catch*) dan upaya penangkapan (*effort*) merupakan dua komponen penting dalam menggambarkan aktivitas pemanfaatan sumber daya ikan. Nilai hasil tangkapan tidak dapat dipandang secara terpisah dari besarnya upaya yang digunakan untuk memperoleh tangkapan tersebut. Jumlah tangkapan yang tinggi, misalnya,

belum tentu menunjukkan bahwa suatu DPI memiliki produktivitas sumber daya yang tinggi apabila jumlah upaya penangkapannya juga sangat besar. Oleh karena itu, informasi mengenai *catch* dan *effort* perlu dianalisis secara bersamaan untuk menggambarkan produktivitas penangkapan.

Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah Catch Per Unit Effort (CPUE), yaitu perbandingan antara hasil tangkapan dengan upaya penangkapan. CPUE dapat digunakan sebagai indikator relatif produktivitas penangkapan dan memberikan informasi mengenai perubahan hasil tangkapan berdasarkan satuan upaya. Namun, interpretasi CPUE perlu mempertimbangkan perubahan kemampuan kapal, alat tangkap, lokasi penangkapan, musim, dan kondisi lingkungan karena faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi peluang keberhasilan penangkapan.

Dalam konteks DPI, karakteristik lingkungan dapat diintegrasikan dengan informasi *catch* dan *effort* untuk melihat bagaimana perubahan kondisi perairan berkaitan dengan produktivitas penangkapan. Informasi mengenai suhu permukaan laut, arus, kedalaman, kekeruhan, produktivitas perairan, serta karakteristik habitat dapat dibandingkan dengan distribusi hasil tangkapan dan upaya penangkapan secara spasial dan temporal. Pendekatan tersebut memungkinkan identifikasi wilayah yang memiliki tingkat produktivitas penangkapan berbeda serta perubahan produktivitas DPI dari waktu ke waktu.

Integrasi tersebut juga dapat membantu membedakan antara perubahan hasil tangkapan yang berkaitan dengan kondisi sumber daya dan perubahan yang disebabkan oleh pola operasi penangkapan. Suatu penurunan hasil tangkapan pada suatu wilayah, misalnya, tidak selalu menunjukkan penurunan kelimpahan ikan karena dapat dipengaruhi oleh perubahan lokasi operasi, jenis alat tangkap, kemampuan kapal, musim, maupun kondisi oseanografi. Oleh karena itu,

karakteristik DPI perlu dipertimbangkan ketika data *catch* dan *effort* digunakan sebagai dasar evaluasi kondisi perikanan.

Dengan demikian, integrasi data karakteristik DPI dengan *catch* dan *effort* dapat memberikan dasar yang lebih kuat dalam mengevaluasi produktivitas dan intensitas pemanfaatan suatu wilayah. Pendekatan tersebut juga dapat mendukung identifikasi perubahan pola pemanfaatan DPI sehingga pengelolaan tidak hanya berorientasi pada jumlah hasil tangkapan, tetapi juga mempertimbangkan upaya yang digunakan dan kondisi lingkungan tempat kegiatan penangkapan berlangsung.

4.4 Strategi Mitigasi Kerentanan Ekosistem DPI

Pemanfaatan DPI pada dasarnya tidak hanya memberikan tekanan terhadap stok ikan target, tetapi juga dapat memberikan tekanan terhadap ekosistem tempat sumber daya tersebut berada. Intensitas penangkapan yang tinggi, penggunaan alat tangkap yang tidak sesuai dengan karakteristik habitat, penangkapan organisme non-target, serta aktivitas penangkapan pada habitat yang sensitif dapat menyebabkan perubahan terhadap struktur komunitas dan fungsi ekosistem. Kerentanan penurunan sumber daya perikanan ini perlu menjadi perhatian utama pemerintah dalam menghasilkan kebijakan pengelolaan DPI yang tepat (Paiki et al., 2023). Oleh karena itu, pengelolaan DPI perlu mempertimbangkan tingkat kerentanan ekosistem selain produktivitas sumber daya ikan.

Kerentanan ekosistem DPI dapat berbeda secara spasial maupun temporal. Wilayah pesisir, estuari, daerah terumbu karang, padang lamun, dan habitat lainnya memiliki karakteristik ekologis serta tingkat sensitivitas yang berbeda terhadap aktivitas penangkapan. Demikian pula, tingkat kerentanan dapat berubah mengikuti fase kehidupan ikan dan

kondisi lingkungan. Daerah yang digunakan sebagai spawning ground atau nursery ground, misalnya, memiliki fungsi ekologis yang penting sehingga aktivitas penangkapan pada wilayah dan periode tertentu perlu mendapatkan perhatian lebih besar.

Strategi mitigasi dapat dilakukan dengan menyesuaikan intensitas dan metode penangkapan terhadap karakteristik ekosistem DPI. Pengaturan jenis dan ukuran alat tangkap, pembatasan upaya penangkapan, pengaturan waktu dan lokasi penangkapan, serta perlindungan terhadap habitat penting dapat menjadi bagian dari strategi pengelolaan. Pendekatan tersebut memungkinkan pemanfaatan sumber daya tetap dilakukan tanpa mengabaikan fungsi ekologis wilayah yang menjadi DPI.

Pengelolaan berbasis spasial menjadi semakin penting karena karakteristik DPI dapat berubah mengikuti dinamika lingkungan dan sumber daya ikan. Informasi mengenai perubahan distribusi ikan, kondisi habitat, dan intensitas penangkapan dapat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah yang memiliki tingkat tekanan atau kerentanan lebih tinggi. Dalam konteks ini, geoportal dapat mendukung pengelolaan melalui penyajian informasi spasial, seperti pemetaan kawasan perlindungan laut, habitat penting, serta wilayah yang memiliki tingkat kerentanan tertentu, sehingga informasi mengenai kondisi sumber daya dan lingkungan dapat ditampilkan secara lebih terintegrasi (Bosso et al., 2025). Dengan demikian, pengelolaan dapat diarahkan secara lebih spesifik berdasarkan kondisi masing-masing wilayah, bukan hanya menggunakan pendekatan pengelolaan yang seragam untuk seluruh kawasan.

Pada akhirnya, keberlanjutan DPI ditentukan oleh kemampuan untuk mempertahankan keseimbangan antara pemanfaatan sumber daya ikan dan kemampuan ekosistem dalam mendukung sumber daya tersebut. DPI yang produktif secara ekonomi belum tentu berkelanjutan apabila

produktivitas tersebut diperoleh melalui tekanan penangkapan yang berlebihan atau menyebabkan degradasi habitat. Oleh karena itu, karakteristik DPI serta tren penurunan sumber daya perikanan perlu menjadi bagian dari dasar pengambilan keputusan pemerintah dalam menentukan tingkat pemanfaatan, pola operasi penangkapan, serta strategi perlindungan ekosistem.

Pendekatan tersebut menempatkan DPI sebagai bagian dari sistem pengelolaan perikanan yang bersifat dinamis. DPI tidak hanya menunjukkan tempat ikan dapat ditangkap, tetapi juga menunjukkan ruang interaksi antara sumber daya ikan, lingkungan, unit penangkapan, dan aktivitas manusia. Dengan memahami karakteristik tersebut secara spasial dan temporal, kebijakan pengelolaan DPI yang dihasilkan pemerintah dapat diarahkan untuk mempertahankan produktivitas perikanan sekaligus mengurangi tekanan terhadap sumber daya dan ekosistem.

DAFTAR PUSTAKA

Ades Suryaningtias, Ayang Armelita Rosalia, & Kukuh Widiyanto. (2025). Integrasi Klorofil-a, SST, Dan Kedalaman Untuk Pemetaan Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Kecil di Laut Jawa (Studi Kasus: WPPNRI 712). *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, *10*(3), 684–696. https://doi.org/10.28926/briliant.v10i3.2071

Ardi, B. (2024). *Analisis Sebaran Spasial Daerah Penangkapan Ikan Terbang Di Perairan Arafura Pendekatan Prameter Oceanografi Metode Maxent*. *1*(2).

Ar-ridhaty Akita, E., Gaol, J. L., & Amri, K. (2023). Model Maximum Entropy Untuk Prediksi Daerah Penangkapan Ikan Pelagis Kecil Di Laut Jawa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, *14*(3), 449–461. https://doi.org/10.29244/jitkt.v14i3.45164

Bosso, L., Raffini, F., Ambrosino, L., Panzuto, R., Gili, C., Chiusano, M. L., & Miralto, M. (2025). Geoportals in marine spatial planning: State of the art and future perspectives. *Ocean & Coastal Management*, *266*, 107688. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107688

Buenafe, K. C., Neubert, S., Scales, K., Dunn, D., Everett, J., Flower, J., Suthers, I., Granado-Dieseldorff, P., Dabalà, A., Esturas, K. J., Mercer, J., & Richardson, A. (2024). *Near-global spawning strategies of large pelagic fish*. In Review. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4532139/v1

Harefa, S. V. (2025). Parameter Fisika Dan Biologi Untuk Menilai Kualitas Air Pada Kolam Tanah Untuk Budidaya Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Di Desa Mazingo Tanoseo Kecamatan Hiliduho. 02.

Kurnianto, A., Imas Sukaesih Sitanggang, & Medria Kusuma Dewi Hardhienata. (2024). Klasifikasi Daerah Penangkapan Ikan Menggunakan Algoritma Random Forest dan Support Vector Machine. *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*, *11*(2), 100–110. https://doi.org/10.29244/jika.11.2.100-110

Mondal, S., Vayghan, A. H., Lee, M.-A., Wang, Y.-C., & Semedi, B. (2021). Habitat Suitability Modeling for the Feeding Ground of Immature Albacore in the Southern Indian Ocean Using Satellite-Derived Sea Surface Temperature and Chlorophyll Data. *Remote Sensing*, *13*(14), 2669. https://doi.org/10.3390/rs13142669

Paiki, K., Wanimbo, E., Rejauw, K., Ayer, P. I. L., & Warpur, M. (2023). *Pemetaan Zona Penangkapan Nelayan Pancing Ulur (Hand Line) dan Keanekaragaman Jenis Ikan di Perairan Pesisir Kota Jayapura*.

Prana Nala Shekina, Nia Intan Ramadhani, Nayla Devi Putri, Septia Ajeng Kurniati, & Cindy Evana Agustin. (2024). Pengaruh Kualitas Air terhadap Keanekaragaman Plankton di Bozem: Analisis Parameter Fisik, Kimia, dan Biologi Ekosistem Perairan. *Algoritma : Jurnal Matematika, Ilmu pengetahuan Alam, Kebumian dan Angkasa*, *2*(6), 01–09. https://doi.org/10.62383/algoritma.v2i6.256

Pratama, C. P. S., Sai, S. S., & Noraini, A. (n.d.). Estimasi Persebaran Daerah Potensi Ikan Pelagis Kecil Menggunakan Citra Landsat-8.

Surahman, Rustam Effendi Paembonan. (2016). Pendugaan Daerah Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Berdasarkan Sebaran Klorofil-A, Salinitas Perairan Dan Suhu Permukaan Laut Di Perairan Kota Ternate Menggunakan. Jurnal Techno. Vol. 05 No. 1

BAB 5

TERUMBU KARANG SEBAGAI HABITAT DAN DAERAH PENANGKAPAN IKAN

Oleh Roni Bawole

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem laut tropis yang memiliki keanekaragaman hayati tinggi dan menyediakan berbagai jasa ekosistem penting, termasuk penyediaan pangan, habitat bagi organisme laut, perlindungan pantai, serta sumber penghidupan bagi masyarakat pesisir. Laporan *Status of Coral Reefs of the World: 2020* yang diterbitkan oleh *Global Coral Reef Monitoring Network* (GCRMN) bersama *International Coral Reef Initiative* (ICRI) menunjukkan bahwa terumbu karang, meskipun hanya menempati sekitar 0,2% dasar laut, mendukung sedikitnya 25% spesies laut dan berkontribusi terhadap keamanan pangan, kesejahteraan, dan perekonomian masyarakat pesisir di berbagai wilayah dunia (Souter et al. 2021). Laporan tersebut disusun berdasarkan hampir dua juta observasi dari lebih dari 12.000 lokasi di 73 negara, sehingga menjadi salah satu sumber informasi global paling komprehensif mengenai kondisi dan perubahan ekosistem terumbu karang.

Peran terumbu karang dalam mendukung perikanan terutama berkaitan dengan kemampuannya menyediakan habitat yang kompleks secara struktural. Kerangka karbonat yang dibentuk oleh karang pembangun terumbu

menghasilkan struktur tiga dimensi berupa tonjolan, celah, lubang, percabangan, dan berbagai bentuk mikrohabitat yang dapat digunakan oleh organisme dengan ukuran dan kebutuhan ekologis yang berbeda. (Ferreira et al. 2023) menegaskan bahwa struktur yang dihasilkan oleh kerangka karang merupakan fondasi bagi biodiversitas dan berbagai jasa ekosistem terumbu karang. Kompleksitas struktural tersebut menyediakan ruang perlindungan, tempat mencari makan, dan habitat bagi berbagai organisme yang berasosiasi dengan terumbu, termasuk ikan.

Pentingnya kompleksitas habitat semakin jelas karena struktur dan morfologi karang tidak hanya menentukan keberadaan karang itu sendiri, tetapi juga memengaruhi fungsi habitat bagi organisme yang berasosiasi dengannya. Ukuran, bentuk, keragaman morfologi, dan komposisi karang berkontribusi terhadap kompleksitas habitat secara keseluruhan dan menentukan ketersediaan ruang perlindungan bagi ikan karang. Dengan demikian, kondisi terumbu sebagai habitat tidak cukup dinilai hanya berdasarkan persentase tutupan karang hidup, tetapi juga perlu mempertimbangkan struktur tiga dimensi dan kompleksitas habitat.

Hubungan antara kompleksitas habitat dan fungsi perikanan juga semakin mendapat perhatian dalam penelitian ekologi terumbu. Beese et al. (2023) menunjukkan bahwa kompleksitas habitat pada skala kecil dapat mempertahankan fungsi ekosistem terumbu, antara lain melalui penyediaan perlindungan dari predasi yang memungkinkan transfer energi menuju tingkat trofik yang lebih tinggi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kehilangan kompleksitas habitat dapat mengurangi fungsi ekologis terumbu dan pada akhirnya berimplikasi terhadap kapasitas ekosistem dalam mendukung komunitas ikan dan jasa perikanan.

Dalam perspektif perikanan, keberadaan terumbu karang oleh karena itu mempunyai arti yang lebih luas daripada sekadar sebagai tempat hidup ikan. Struktur habitat, ketersediaan makanan, kondisi hidrodinamika, kedalaman, substrat, dan keterhubungan dengan habitat pesisir lainnya dapat menyebabkan ikan menggunakan bagian tertentu dari ekosistem terumbu secara berbeda. Sebagian lokasi dapat berfungsi terutama sebagai tempat berlindung, sebagian sebagai daerah mencari makan, sebagian sebagai daerah pembesaran, dan lokasi tertentu dapat digunakan untuk pemijahan atau agregasi. Dengan demikian, terumbu karang dapat dipandang sebagai ruang ekologis yang menyediakan kondisi bagi keberadaan, distribusi, dan konsentrasi sumber daya ikan.

Dalam konteks tersebut, konsep daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) perlu dibedakan secara tegas dari konsep habitat. Habitat merupakan ruang yang menyediakan kondisi ekologis bagi organisme untuk hidup, tumbuh, mencari makan, berlindung, dan bereproduksi. Sebaliknya, daerah penangkapan ikan merupakan bagian ruang perairan yang pada kondisi waktu dan lingkungan tertentu memiliki peluang relatif tinggi untuk menghasilkan tangkapan melalui penggunaan alat dan metode penangkapan tertentu. Oleh karena itu, tidak setiap habitat terumbu karang merupakan daerah penangkapan ikan, dan sebaliknya daerah penangkapan ikan tidak selalu berada tepat di atas terumbu karang.

Perbedaan tersebut penting karena ikan tidak tersebar secara homogen di dalam ekosistem terumbu. Distribusi ikan dipengaruhi oleh kombinasi karakteristik habitat, kondisi lingkungan, ketersediaan makanan, interaksi ekologis, dan perilaku ikan. Penelitian mengenai kompleksitas habitat menunjukkan bahwa karakteristik tiga dimensi terumbu dapat berhubungan dengan struktur komunitas dan kelompok ikan tertentu (Ferreira et al. 2023). Dengan

demikian, lokasi yang memiliki struktur habitat tertentu dapat memiliki peluang lebih tinggi untuk digunakan oleh kelompok ikan tertentu dibandingkan lokasi dengan struktur yang berbeda.

Dalam konteks Indonesia, hubungan antara terumbu karang, biodiversitas ikan, dan perikanan mempunyai arti yang sangat penting karena sebagian besar wilayah pesisir Indonesia berada dalam kawasan tropis dengan ekosistem terumbu yang luas dan beragam. Kawasan konservasi laut di Indonesia bagian timur menunjukkan bahwa terumbu karang menghadapi tekanan dari penangkapan ikan ilegal dan tidak berkelanjutan, praktik penangkapan destruktif, pencemaran berbasis daratan, pembangunan pesisir, dan perubahan iklim. Pada saat yang sama, kawasan konservasi dengan sistem zonasi dipandang penting untuk mendukung pemulihan habitat dan replenishment stok ikan serta mempertahankan manfaat perikanan bagi masyarakat (Bawole 2023).

Keterkaitan antara kondisi habitat dan perikanan juga ditunjukkan oleh (Eddy et al. 2021). Berdasarkan analisis global, penelitian tersebut menunjukkan bahwa kapasitas terumbu karang dalam menyediakan jasa ekosistem telah mengalami penurunan yang besar sejak pertengahan abad ke-20. Salah satu indikator penting yang mereka laporkan adalah penurunan hasil tangkapan ikan yang berasosiasi dengan terumbu per satuan upaya (*catch per unit effort*, CPUE) secara global. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa degradasi habitat terumbu bukan hanya persoalan hilangnya biodiversitas, tetapi juga berhubungan dengan berkurangnya kapasitas ekosistem untuk menyediakan manfaat perikanan bagi manusia.

Perkembangan tersebut menjadi semakin penting dalam menghadapi perubahan iklim. GCRMN dan ICRI melalui *Status of Coral Reefs of the World: 2025* menegaskan bahwa terumbu karang menghadapi tekanan yang semakin besar dari perubahan iklim, pengasaman laut, pencemaran berbasis

daratan, serta penangkapan berlebih dan praktik penangkapan destruktif. Laporan tersebut kembali menekankan bahwa integritas dan ketahanan ekosistem terumbu karang merupakan bagian penting dari keamanan pangan, kesejahteraan masyarakat pesisir, dan pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (Obura et al. 2019).

Dalam konteks daerah penangkapan ikan, kondisi tersebut menunjukkan bahwa produktivitas suatu fishing ground tidak dapat dipisahkan dari kualitas habitat yang menjadi fondasinya. Apabila struktur habitat mengalami degradasi, kompleksitas ruang berkurang, tempat perlindungan bagi ikan menurun, interaksi trofik terganggu, dan kapasitas habitat dalam mendukung komunitas ikan dapat ikut menurun. Sebaliknya, habitat yang memiliki struktur kompleks dan kondisi ekologis yang baik berpotensi menyediakan lebih banyak relung dan perlindungan sehingga mendukung komunitas ikan yang lebih beragam dan produktif (Ferreira et al. 2023).

Namun, hubungan antara terumbu karang dan fishing ground tidak bersifat sederhana maupun linier. Konsentrasi ikan pada suatu lokasi merupakan hasil interaksi berbagai faktor, termasuk karakteristik habitat, kondisi oseanografi, ketersediaan makanan, perilaku dan pergerakan ikan, proses reproduksi dan rekrutmen, serta tekanan penangkapan. Pada tingkat pemanfaatan, faktor tersebut kemudian berinteraksi dengan kemampuan kapal, jenis alat tangkap, teknologi navigasi, biaya operasi, aksesibilitas, pengalaman nelayan, dan pengetahuan ekologi lokal. Oleh sebab itu, keberadaan terumbu karang merupakan salah satu faktor pembentuk fishing ground, tetapi bukan satu-satunya faktor yang menentukan lokasi dan produktivitas daerah penangkapan.

Dari perspektif tersebut, daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang dapat dipahami sebagai ruang ekologis-produktif yang terbentuk melalui interaksi antara habitat, lingkungan, sumber daya ikan, dan aktivitas manusia.

Suatu lokasi terumbu dapat memiliki potensi habitat yang tinggi tetapi tidak menjadi fishing ground utama karena ikan yang tersedia bukan merupakan target spesies, ukurannya belum sesuai, lokasi sulit diakses, kondisi oseanografi tidak mendukung operasi, atau terdapat pembatasan pemanfaatan melalui aturan pengelolaan dan konservasi. Sebaliknya, zona seperti *reef edge*, *reef slope*, *reef channel*, atau zona transisi antara terumbu dan habitat lainnya dapat menjadi daerah penangkapan penting apabila kondisi habitat dan lingkungan menyebabkan ikan berkumpul pada lokasi tersebut.

Dengan demikian, pemahaman mengenai terumbu karang sebagai daerah penangkapan ikan harus memperhatikan dimensi spasial dan temporal. *Fishing ground* bukan merupakan titik yang secara permanen memiliki kelimpahan ikan tinggi, melainkan ruang yang produktivitasnya dapat berubah menurut musim, pasang surut, fase bulan, kondisi arus, suhu, ketersediaan makanan, siklus reproduksi, dan perilaku ikan. Dalam konteks ini, pemetaan fishing ground perlu mengintegrasikan data habitat, kondisi oseanografi, distribusi ikan, aktivitas penangkapan, dan informasi sosial-ekonomi nelayan.

Pendekatan integratif tersebut juga sejalan dengan perkembangan pengelolaan ekosistem terumbu karang modern. GCRMN menekankan pentingnya pemantauan secara terpadu terhadap kondisi karang, kelompok bentik, serta kelimpahan dan biomassa ikan untuk memahami perubahan ekosistem dan mendukung pengelolaan berbasis bukti (Souter et al. 2021). Penilaian habitat dan ikan secara bersamaan menjadi penting karena perubahan pada struktur habitat dapat memengaruhi kapasitas ekosistem dalam mendukung komunitas ikan dan jasa perikanan.

Bagi Indonesia, pendekatan tersebut memiliki relevansi yang sangat kuat. Kawasan terumbu karang di Indonesia bagian timur, termasuk wilayah Papua dan Papua Barat, mempunyai nilai ekologis dan perikanan yang tinggi, tetapi

juga menghadapi berbagai tekanan antropogenik dan perubahan lingkungan. Studi mengenai kawasan konservasi laut di Maluku, Maluku Utara, dan Papua Barat menunjukkan bahwa pengembangan kawasan konservasi dengan sistem zonasi dapat menjadi instrumen penting untuk mengintegrasikan konservasi biodiversitas dengan pemulihan stok dan keberlanjutan perikanan (Ceccarelli et al. 2022).

Oleh karena itu, terumbu karang dalam perspektif daerah penangkapan ikan perlu ditempatkan sebagai modal ekologis bagi produksi perikanan. Konservasi habitat tidak hanya berkaitan dengan perlindungan biodiversitas, tetapi juga dengan mempertahankan kapasitas ekosistem untuk menyediakan sumber daya ikan dan mendukung mata pencaharian masyarakat pesisir. Sebaliknya, pemanfaatan ikan yang tidak terkendali dapat mengurangi biomassa dan mengubah struktur komunitas, sementara praktik penangkapan yang merusak dapat secara langsung menurunkan kualitas habitat. Hubungan timbal balik tersebut menjadikan terumbu karang dan perikanan sebagai satu kesatuan sistem sosial-ekologis.

Berdasarkan kerangka tersebut, Bab 5 membahas terumbu karang sebagai habitat dan daerah penangkapan ikan melalui tiga komponen utama, yaitu konsep, karakteristik, dan faktor pembentuk (Gambar 6.1), yaitu (1) konsep, yang menjelaskan hubungan antara terumbu karang, habitat ikan, dan daerah penangkapan; (2) karakteristik, yang menjelaskan ciri-ciri fishing ground pada ekosistem terumbu karang; dan (3) faktor pembentuk, yang menjelaskan faktor habitat, oseanografi, biologis, perilaku ikan, teknologi penangkapan, serta sosial-ekonomi yang menentukan terbentuknya dan berubahnya daerah penangkapan ikan. Dengan demikian, terumbu karang tidak hanya dipahami sebagai tempat ikan hidup, tetapi sebagai komponen ekologis yang membentuk ruang produktif bagi perikanan. Hubungan

tersebut dapat diringkas dalam suatu alur konseptual berikut: karakteristik terumbu → kualitas habitat → ketersediaan sumber daya → distribusi/agregasi ikan → peluang penangkapan → daerah penangkapan ikan. Namun, rangkaian tersebut selalu dipengaruhi oleh kondisi oseanografi, perilaku ikan, teknologi penangkapan, aksesibilitas, dan keputusan nelayan. Karena itu, pemahaman yang komprehensif tentang *fishing ground* terumbu karang harus mengintegrasikan aspek ekologis, oseanografis, biologis, teknologis, dan sosial-ekonomi secara terpadu.



Gambar 5. 1 Alur Konseptual Pembentukan Daerah Penangkapan Ikan pada Ekosistem Terumbu Karang
(https://chatgpt.com, dibuat 18 Agustus 2026)

5.1 Konsep Terumbu Karang sebagai Habitat dan Daerah Penangkapan Ikan

Konsep terumbu karang sebagai habitat dan daerah penangkapan ikan perlu ditempatkan dalam satu kerangka ekologis dan perikanan yang terpadu. Dalam ekologi perikanan, habitat tidak hanya dipahami sebagai tempat keberadaan suatu organisme, tetapi sebagai lingkungan yang menyediakan kondisi dan sumber daya yang diperlukan untuk mempertahankan kehidupan, pertumbuhan, perlindungan, dan keberhasilan reproduksi organisme. Dalam konteks pengelolaan perikanan, konsep *essential fish habitat* juga menempatkan habitat sebagai ruang yang diperlukan ikan untuk melakukan aktivitas penting seperti pemijahan, pembesaran, mencari makan, dan berlindung (Sievers et al. 2024).

Terumbu karang memiliki kedudukan penting dalam kerangka tersebut karena terumbu merupakan habitat yang dibangun secara biologis (*biogenic habitat*) dan memiliki struktur tiga dimensi yang kompleks. Koloni dan kerangka karang membentuk berbagai bentuk ruang, antara lain celah, lubang, percabangan, tonjolan, lereng, dan ruang antarstruktur yang menyediakan mikrohabitat bagi berbagai organisme. Kompleksitas tersebut menentukan ketersediaan tempat perlindungan dan ruang hidup bagi ikan serta organisme asosiasi lainnya. Penelitian Hall dan Kingsford (2021) menunjukkan bahwa tipe habitat dan kompleksitas struktural merupakan faktor penting yang menjelaskan variasi komunitas ikan pada lanskap pesisir tropis; komunitas ikan yang paling kaya ditemukan pada habitat terumbu dengan struktur yang kompleks.

Dengan demikian, dalam perspektif perikanan, terumbu karang merupakan infrastruktur ekologis yang menyediakan ruang, sumber daya, dan kondisi lingkungan bagi ikan. Fungsi tersebut tidak hanya ditentukan oleh luas tutupan karang,

tetapi juga oleh bentuk, ukuran, keragaman morfologi, dan susunan tiga dimensinya. Keragaman morfologi dan komposisi karang berkontribusi terhadap kompleksitas habitat dan kemampuan terumbu menyediakan ruang perlindungan bagi ikan (Bawole et al. 2014; Mansoben et al. 2024). Oleh karena itu, penilaian fungsi habitat terumbu bagi perikanan perlu mempertimbangkan tidak hanya *live coral cover*, tetapi juga kompleksitas struktural, rugositas, heterogenitas habitat, dan ketersediaan mikrohabitat.

5.1.1 Terumbu Karang sebagai Habitat Ikan

Habitat ikan dapat dipahami sebagai ruang ekologis yang menyediakan kombinasi kondisi biotik dan abiotik yang diperlukan ikan untuk menjalankan fungsi kehidupannya. Kebutuhan tersebut dapat berbeda menurut spesies, ukuran tubuh, tahap perkembangan, strategi mencari makan, perilaku, dan siklus hidup. Karena itu, satu tipe habitat tidak selalu mempunyai fungsi yang sama bagi seluruh kelompok ikan.

Pada ekosistem terumbu karang, fungsi habitat terutama muncul dari interaksi antara struktur fisik terumbu, komunitas bentik, ketersediaan makanan, perlindungan terhadap predator, dan kondisi lingkungan perairan. Struktur terumbu yang kompleks menciptakan banyak relung ekologis sehingga memungkinkan berbagai kelompok ikan menggunakan ruang yang sama dengan cara yang berbeda. Hall and Kingsford (2021), misalnya, menunjukkan bahwa kompleksitas habitat berhubungan positif dengan berbagai kelompok trofik ikan dan menjadi salah satu prediktor penting bagi kelimpahan ikan piscivora dan planktivora. Dalam konteks tersebut, terumbu karang sekurang-kurangnya mempunyai empat fungsi habitat penting bagi ikan.

Pertama, sebagai tempat berlindung (refuge habitat). Struktur karang yang memiliki celah, lubang,

percabangan, dan ruang sempit dapat memberikan perlindungan dari predator serta mengurangi risiko predasi. Fungsi perlindungan ini sangat penting terutama bagi ikan berukuran kecil dan juvenil. Kompleksitas struktur habitat dapat meningkatkan jumlah ruang perlindungan yang tersedia dan memengaruhi interaksi predator–mangsa. Asner et al. (2021) menempatkan reef rugosity, sebagai salah satu ukuran kompleksitas tiga dimensi, sebagai determinan penting kondisi habitat terumbu dan okupansi berbagai kelompok organisme, termasuk ikan.

Kedua, sebagai tempat mencari makan (*feeding habitat*). Terumbu karang menyediakan beragam sumber makanan melalui keberadaan organisme bentik, ikan kecil, krustasea, moluska, zooplankton, alga, dan organisme asosiasi lainnya. Struktur habitat yang kompleks juga dapat menciptakan permukaan dan ruang yang digunakan berbagai organisme sebagai tempat mencari makan. Penelitian terbaru bahkan menunjukkan bahwa struktur kompleks yang bukan berasal langsung dari karang, seperti spons, dapat berfungsi sebagai substrat berlindung dan mencari makan bagi berbagai jenis ikan terumbu (McClure et al. 2021). Di Teluk Kimbe, Papua Nugini, misalnya, sebanyak 45 spesies ikan tercatat menggunakan spons kompleks untuk berlindung, mencari makan, atau mencarai mangsa (Coppock et al. 2024)

Ketiga, sebagai tempat pertumbuhan dan pembesaran (*nursery habitat*)**.** Beberapa jenis ikan menggunakan habitat terumbu dan habitat yang berasosiasi dengan terumbu pada fase juvenil sebelum berpindah ke habitat lain ketika mencapai ukuran atau tahap kehidupan tertentu. Fungsi *nursery* sangat penting dalam mempertahankan keberhasilan rekrutmen populasi. Namun, fungsi tersebut bersifat spesifik

terhadap spesies dan konfigurasi lanskap. Karena itu, suatu terumbu tidak dapat secara otomatis dikategorikan sebagai *nursery ground* bagi seluruh jenis ikan. Konsep *essential fish habitat* menegaskan bahwa fungsi habitat harus dikaitkan dengan kebutuhan spesifik spesies atau kelompok ikan yang dikelola (Stamp et al. 2025).

Keempat, sebagai bagian dari habitat reproduksi dan rekrutmen**.** Terumbu karang atau habitat yang berasosiasi dengannya dapat menjadi lokasi pemijahan, tempat pelepasan telur dan larva, maupun lokasi berlangsungnya tahap awal kehidupan ikan tertentu. Akan tetapi, fungsi reproduksi tidak selalu berlangsung pada lokasi yang sama dengan habitat mencari makan atau pembesaran. Beberapa ikan berpindah antarhabitat sepanjang siklus hidupnya sehingga keterhubungan antarkomponen lanskap laut menjadi faktor penting bagi keberlanjutan populasi.

Keempat fungsi tersebut menunjukkan bahwa habitat terumbu karang bersifat multifungsi dan dinamis. Ikan tidak menggunakan terumbu secara seragam, tetapi memilih ruang tertentu berdasarkan kebutuhan ekologis, ukuran tubuh, tahap kehidupan, waktu, dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, hubungan antara kondisi terumbu dan komunitas ikan tidak cukup dijelaskan hanya melalui persentase tutupan karang hidup. Kompleksitas habitat, struktur tiga dimensi, komposisi bentik, ketersediaan makanan, serta konektivitas dengan habitat lain perlu dipertimbangkan secara bersamaan.

Hal ini penting dalam konteks perikanan karena perubahan kualitas habitat dapat memengaruhi struktur komunitas ikan. Penelitian Carvalho et al. (2021) di beberapa wilayah Indonesia menunjukkan bahwa tekanan penangkapan merupakan faktor dominan yang memengaruhi struktur ukuran ikan karang, tetapi kondisi habitat juga mempunyai peran, terutama melalui

kompleksitas struktural yang memengaruhi interaksi predator–mangsa dan penyediaan sumber daya. Dengan demikian, secara konseptual dapat dirumuskan melalui alur berikut ini, kompleksitas terumbu → kompleksitas habitat → ketersediaan ruang dan sumber daya → keberadaan dan kelimpahan ikan → fungsi habitat bagi populasi ikan. Hubungan tersebut menjadi dasar untuk memahami mengapa kondisi terumbu karang dapat berkontribusi terhadap produktivitas perikanan tangkap.

5.1.2 Terumbu Karang sebagai Pembentuk Daerah Penangkapan Ikan

Dalam konteks buku ini, terumbu karang tidak cukup dipandang hanya sebagai habitat. Terumbu juga perlu dipahami sebagai salah satu komponen ekologis pembentuk ruang penangkapan ikan. Daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) merupakan bagian tertentu dari ruang perairan yang pada waktu dan kondisi tertentu mempunyai peluang relatif tinggi untuk memperoleh sumber daya ikan melalui alat dan metode penangkapan tertentu. Dengan definisi tersebut, *fishing ground* memiliki dimensi ekologis sekaligus dimensi pemanfaatan. Keberadaan ikan merupakan prasyarat ekologis, sedangkan kemungkinan ikan tersebut ditemukan, ditangkap, dan dimanfaatkan secara efektif merupakan aspek perikanannya. Dalam ekosistem terumbu karang, hubungan tersebut dapat digambarkan sebagai: karakteristik terumbu → kualitas habitat → ketersediaan makanan dan perlindungan → keberadaan ikan → distribusi/agregasi ikan → peluang penangkapan → daerah penangkapan ikan.

Terumbu karang berfungsi sebagai basis ekologis pembentuk fishing ground, tetapi tidak secara otomatis menjadi *fishing ground*. Karakteristik habitat terlebih

dahulu memengaruhi kondisi ekologis yang menentukan keberadaan dan distribusi ikan. Selanjutnya, apabila ikan yang tersedia merupakan sumber daya target, memiliki ukuran yang sesuai, tersedia dalam kepadatan tertentu, dan dapat dijangkau oleh nelayan dengan alat tangkap yang sesuai, maka lokasi tersebut memiliki peluang untuk berkembang menjadi daerah penangkapan ikan.

Oleh karena itu, konsep "habitat ikan" dan "*fishing ground*" harus dibedakan secara konseptual. Habitat berorientasi pada kebutuhan ekologis organisme, sedangkan fishing ground berorientasi pada interaksi antara keberadaan sumber daya ikan dan kemungkinan pemanfaatannya. Dalam bentuk sederhana; habitat adalah ruang yang mendukung kehidupan ikan. *Fishing ground* adalah ruang yang menyediakan peluang untuk menemukan dan menangkap ikan secara efektif.

Perbedaan tersebut mempunyai implikasi penting, dimana habitat dapat mempunyai kualitas ekologis tinggi tetapi belum tentu menjadi fishing ground utama. Sebaliknya, suatu lokasi yang tidak memiliki tutupan karang tinggi dapat menjadi fishing ground penting apabila merupakan bagian dari jalur pergerakan ikan, daerah mencari makan, zona agregasi, atau zona transisi antarkomponen habitat.

Hall and Kingsford (2021) mendukung konsep tersebut dengan menunjukkan bahwa komunitas ikan berbeda menurut tipe habitat dan kompleksitas struktural, sementara habitat non-terumbu seperti padang makroalga dan dasar pasir/*rubble* juga menyediakan habitat unik bagi kelompok ikan tertentu. Artinya, keberadaan ikan pada suatu lokasi merupakan hasil dari seascape yang terdiri atas mosaik habitat yang saling berhubungan, bukan semata-mata keberadaan terumbu karang. Dalam konteks ini, daerah penangkapan

ikan yang berkaitan dengan terumbu dapat ditemukan pada beberapa unit ruang, antara lain:

1. Zona terumbu (*reef flat atau reef crest*), terutama apabila menjadi habitat bagi ikan target yang berasosiasi erat dengan substrat terumbu;
2. Tepi terumbu (*reef edge*), yaitu zona peralihan antara terumbu dangkal dan perairan yang lebih dalam. Zona ini dapat mempunyai dinamika arus, ketersediaan makanan, dan struktur habitat yang berbeda sehingga menjadi lokasi penting bagi ikan tertentu;
3. Lereng terumbu (*reef slope*), yang memiliki perubahan kedalaman dan kondisi hidrodinamika secara relatif cepat serta dapat menjadi ruang bagi ikan demersal dan pelagis yang berasosiasi dengan terumbu;
4. Saluran, celah, dan lekukan terumbu (*reef channels*), yang dapat berfungsi sebagai koridor pergerakan organisme dan tempat konsentrasi ikan pada kondisi tertentu;
5. Zona transisi terumbu–pasir atau terumbu–rubble, yang memiliki karakter habitat berbeda dari inti terumbu dan dapat menjadi lokasi mencari makan bagi sejumlah ikan;
6. Zona konektivitas terumbu dengan padang lamun dan mangrove, yang memungkinkan perpindahan organisme antarhabitat dan dapat mendukung tahapan kehidupan ikan yang berbeda.

Kehadiran zona-zona tersebut memperlihatkan bahwa *fishing ground* pada ekosistem terumbu karang tidak selalu berada tepat di atas koloni karang hidup. Dalam suatu *seascape*, ikan dapat berpindah antara terumbu, lamun, mangrove, pasir, rubble, dan perairan

terbuka sesuai kebutuhan ekologisnya. Karena itu, pendekatan berbasis mosaik habitat dan konektivitas lanskap laut menjadi semakin penting dalam memahami distribusi sumber daya ikan.

Konsep tersebut juga menjelaskan mengapa peningkatan atau penurunan tutupan karang tidak selalu menghasilkan perubahan yang proporsional terhadap hasil tangkapan. Tutupan karang merupakan salah satu indikator kondisi habitat, tetapi fungsi habitat juga ditentukan oleh kompleksitas struktur, kualitas bentik, ketersediaan makanan, kedalaman, hidrodinamika, konektivitas, serta tekanan penangkapan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa keragaman morfologi karang berkontribusi terhadap kompleksitas habitat, sehingga dua lokasi dengan persentase tutupan karang yang relatif sama dapat mempunyai kapasitas habitat yang berbeda apabila struktur dan morfologi karangnya berbeda.

Dengan demikian, kualitas habitat merupakan salah satu dasar ekologis, tetapi bukan satu-satunya penentu fishing ground. Daerah penangkapan ikan terbentuk ketika kondisi habitat menghasilkan sumber daya ikan yang tersedia pada ruang dan waktu tertentu, kemudian kondisi tersebut bertemu dengan kemampuan manusia untuk menemukan dan menangkapnya.

5.1.3 Habitat Ikan Tidak Selalu Identik dengan *Fishing Ground*

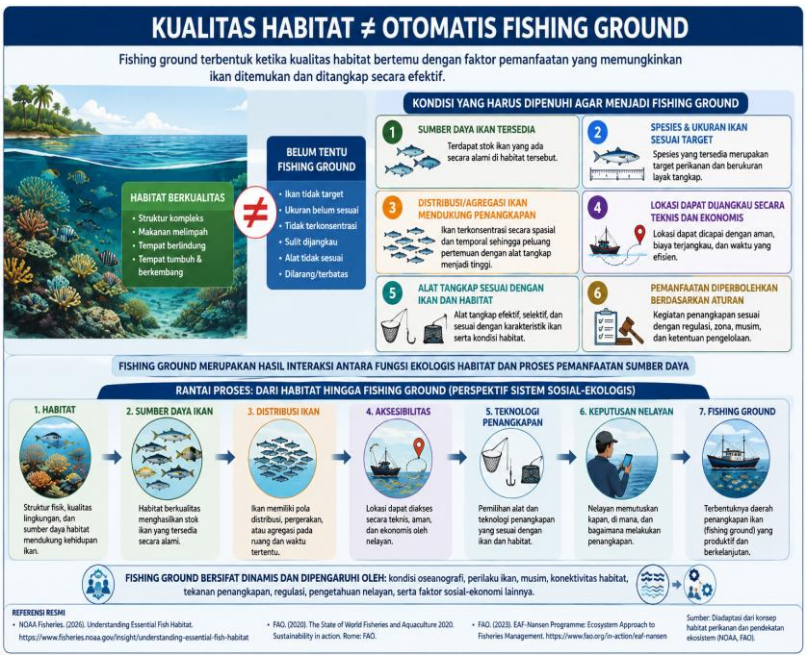
Pembedaan antara habitat ikan dan *fishing ground* merupakan konsep fundamental dalam memahami daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang. Kesalahan dalam menyamakan kedua konsep tersebut dapat menyebabkan interpretasi yang keliru terhadap potensi perikanan dan pengelolaan habitat.

Habitat ikan pada dasarnya menjelaskan ruang ekologis yang menyediakan kondisi yang memungkinkan ikan untuk hidup, tumbuh, mencari makan, berlindung, berpindah, dan bereproduksi. Sebaliknya, *fishing ground* menjelaskan ruang yang mempunyai peluang relatif tinggi untuk menghasilkan tangkapan melalui aktivitas penangkapan tertentu. Dengan demikian habitat ikan menjelaskan "dimana dan mengapa ikan dapat hidup", sedangkan *fishing ground* menjelaskan "dimana, kapan, dan dalam kondisi apa ikan dapat ditemukan dan ditangkap secara efektif".

Perbedaan tersebut dapat dilihat melalui contoh sederhana. Suatu terumbu dangkal dapat berfungsi sebagai *nursery habitat* bagi ikan juvenil. Secara ekologis, lokasi tersebut sangat penting karena menyediakan perlindungan dan sumber makanan. Namun, lokasi tersebut belum tentu merupakan fishing ground utama apabila ikan yang berada di dalamnya masih berukuran kecil, bukan spesies target, atau pemanfaatannya dibatasi oleh peraturan konservasi. Sebaliknya, bagian reef edge atau zona lereng terumbu dapat menjadi fishing ground yang lebih produktif apabila ikan dewasa berkumpul atau bergerak melalui zona tersebut. Dalam kondisi demikian, lokasi tersebut mungkin tidak mempunyai tutupan karang tertinggi, tetapi memiliki fungsi ekologis dan posisi spasial yang meningkatkan peluang pertemuan antara ikan dan alat tangkap (Gambar 5.2).

Hubungan tersebut juga bersifat dinamis. Komunitas ikan pada terumbu dipengaruhi oleh faktor lingkungan sekaligus tekanan penangkapan. McClure et al. (2021), misalnya, menunjukkan bahwa struktur komunitas ikan karang dipengaruhi secara bersamaan oleh berbagai variabel habitat dan faktor penangkapan. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan ikan pada suatu lokasi tidak dapat dijelaskan hanya melalui kondisi habitat atau

hanya melalui aktivitas penangkapan, tetapi merupakan hasil interaksi berbagai faktor ekologis dan antropogenik.



Gambar 5. 2 Habitat Berkualitas Tidak Otomatis Menjadi Daerah Penangkapan Ikan: Kerangka Konseptual Pembentukan Fishing Ground
(https://chatgpt.com, dibuat 18 Agustus 2026)

Perspektif tersebut sangat penting dalam pengelolaan perikanan terumbu karang. Jika habitat rusak, kapasitas ekosistem dalam menyediakan perlindungan dan sumber daya dapat menurun. Sebaliknya, jika tekanan penangkapan terlalu tinggi, struktur ukuran dan komposisi komunitas ikan dapat berubah sehingga potensi *fishing ground* juga dapat mengalami perubahan. Penelitian Carvalho et al. (2021) pada ekosistem terumbu di Indonesia menunjukkan

bahwa tekanan penangkapan dapat memberikan pengaruh kuat terhadap struktur ukuran ikan, sementara kompleksitas habitat berperan dalam membentuk respons kelompok trofik tertentu.

Dengan demikian, konsep terumbu karang sebagai habitat dan daerah penangkapan ikan harus dipahami dalam kerangka hubungan dua arah. Terumbu menyediakan fondasi ekologis bagi keberadaan sumber daya ikan, sedangkan aktivitas penangkapan memengaruhi struktur dan kelimpahan sumber daya yang pada akhirnya dapat mengubah produktivitas daerah penangkapan itu sendiri. Seluruh proses yang terjadi dipengaruhi oleh oseanografi, perilaku ikan, musim, konektivitas habitat, teknologi penangkapan, aksesibilitas, biaya operasi, pengetahuan ekologis nelayan, regulasi, dan tekanan penangkapan. Oleh karena itu, dalam kerangka buku ini, terumbu karang sebaiknya ditempatkan sebagai salah satu faktor habitat utama yang berkontribusi terhadap pembentukan daerah penangkapan ikan, bukan sebagai sinonim dari fishing ground. Pemahaman ini menjadi dasar untuk pembahasan berikutnya mengenai karakteristik daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang dan faktor-faktor yang membentuk, mempertahankan, serta mengubah produktivitasnya.

5.2 Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan pada Ekosistem Terumbu Karang

Daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang mempunyai karakteristik yang khas karena terbentuk pada lingkungan yang secara ekologis kompleks, heterogen, dinamis, dan memiliki keterkaitan yang kuat dengan berbagai habitat pesisir lainnya. Berbeda dengan daerah penangkapan ikan pelagis yang lebih banyak ditentukan oleh distribusi massa air, front, produktivitas primer, suhu, salinitas, dan

dinamika oseanografi, daerah penangkapan ikan pada terumbu karang sangat dipengaruhi oleh struktur habitat dasar, kompleksitas bentik, ketersediaan sumber makanan, tempat perlindungan, pola pergerakan ikan, serta hubungan antara ikan dan struktur fisik terumbu.

Dalam perspektif ekologi perikanan, karakteristik daerah penangkapan ikan tidak dapat hanya ditentukan berdasarkan keberadaan atau kelimpahan ikan pada suatu lokasi. Suatu lokasi baru mempunyai arti sebagai *fishing ground* apabila keberadaan sumber daya ikan tersebut menghasilkan peluang penangkapan yang relatif tinggi dan dapat dimanfaatkan dengan alat tangkap tertentu. Dengan demikian, karakteristik daerah penangkapan ikan pada terumbu karang merupakan hasil interaksi antara kondisi habitat, karakteristik sumber daya ikan, kondisi lingkungan, teknologi penangkapan, dimensi ruang dan waktu, serta aktivitas manusia.

Konsep tersebut sejalan dengan pendekatan *Essential Fish Habitat* menempatkan habitat sebagai ruang yang diperlukan ikan untuk melakukan aktivitas penting seperti pemijahan, reproduksi, mencari makan, berlindung, dan tumbuh hingga dewasa. Dalam pendekatan tersebut, terumbu karang merupakan salah satu bentuk habitat penting, tetapi fungsi habitat tidak hanya ditentukan oleh substrat fisik. Karakteristik biologis, kimiawi, kualitas perairan, suhu, ketersediaan makanan, dan proses ekosistem juga menentukan kemampuan habitat dalam mendukung keberlangsungan sumber daya ikan.

Berdasarkan perspektif tersebut, karakteristik daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang dapat dijelaskan melalui beberapa dimensi yang saling berhubungan, yaitu kompleksitas habitat, heterogenitas spasial, kekhususan terhadap spesies ikan, kesesuaian terhadap alat tangkap, dinamika spasial-temporal, keberadaan agregasi ikan, konektivitas habitat, dan karakteristik sosial-ekologis.

5.2.1 Karakteristik Habitat yang Kompleks

Kompleksitas habitat merupakan salah satu karakteristik paling mendasar dari daerah penangkapan ikan yang berasosiasi dengan terumbu karang. Terumbu karang merupakan struktur tiga dimensi yang dibangun oleh organisme karang dan organisme bentik lainnya sehingga menghasilkan berbagai bentuk permukaan, celah, lubang, tonjolan, percabangan, lekukan, dan ruang antarstruktur. Struktur tersebut menciptakan berbagai mikrohabitat yang dapat digunakan oleh ikan dengan ukuran tubuh, bentuk tubuh, perilaku, dan kebutuhan ekologis yang berbeda.

Kompleksitas struktural memiliki arti penting karena menyediakan ruang perlindungan dari predator, tempat mencari makan, lokasi beristirahat, serta ruang bagi ikan juvenil dan ikan dewasa untuk melakukan aktivitas hariannya. Dengan semakin beragamnya struktur fisik suatu habitat, semakin besar pula kemungkinan tersedianya relung ekologis yang dapat ditempati oleh kelompok ikan yang berbeda. Hall and Kingsford (2021), melalui penelitian pada mosaik habitat pesisir tropis, menunjukkan bahwa tipe habitat merupakan faktor utama yang memengaruhi kekayaan komunitas ikan dan bahwa kompleksitas struktur di dalam habitat tersebut memberikan kontribusi tambahan yang penting. Komunitas ikan dengan kekayaan spesies tinggi terutama ditemukan pada habitat terumbu dan substrat berbatu yang mempunyai struktur kompleks, sedangkan sebagian besar kelompok trofik menunjukkan hubungan positif dengan kompleksitas habitat.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa kompleksitas struktur habitat tidak dapat disamakan begitu saja dengan persentase tutupan karang hidup. Tutupan karang merupakan salah satu indikator kondisi bentik,

sedangkan kompleksitas menggambarkan dimensi struktural habitat. Dua lokasi dapat mempunyai persentase tutupan karang yang relatif sama, tetapi dapat mempunyai fungsi habitat yang berbeda apabila bentuk pertumbuhan karang, rugositas, tinggi struktur, jumlah celah, dan konfigurasi tiga dimensinya berbeda.

Dalam konteks daerah penangkapan ikan, kondisi tersebut menjadi penting karena ikan tidak hanya merespons keberadaan karang sebagai substrat, tetapi juga merespons struktur yang dihasilkan oleh habitat tersebut. Terumbu yang mempunyai struktur kompleks dapat menyediakan lebih banyak tempat berlindung dan ruang mencari makan sehingga berpotensi mendukung kelimpahan dan keragaman ikan yang lebih tinggi. Namun demikian, hubungan tersebut tidak berarti bahwa setiap terumbu dengan kompleksitas tinggi secara otomatis merupakan *fishing ground*. Kompleksitas merupakan salah satu karakteristik pendukung, sedangkan terbentuknya daerah penangkapan tetap memerlukan keberadaan spesies target, ukuran ikan yang sesuai, pola pergerakan, aksesibilitas, alat tangkap yang sesuai, serta kondisi sosial dan regulasi.

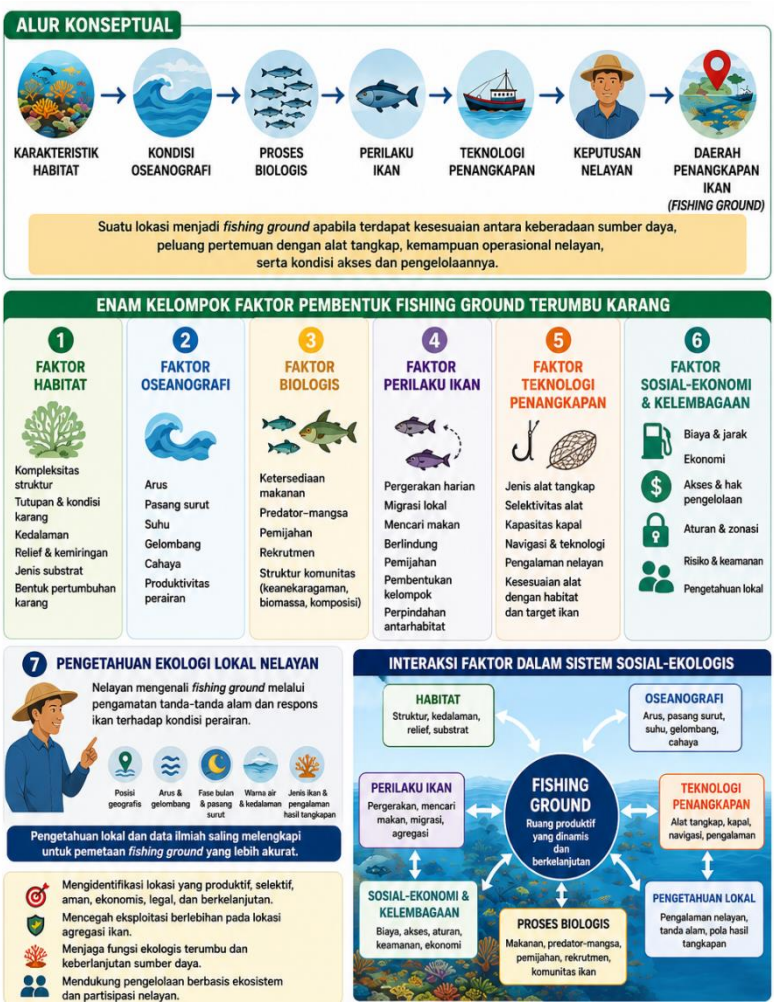
Pentingnya membedakan tutupan karang dengan kompleksitas habitat juga terlihat dalam hasil pemantauan ekosistem terumbu karang di Indonesia. Suatu kawasan dapat terdiri atas berbagai bentuk geomorfologi dan substrat, termasuk rataan terumbu, *reef edge*, *reef crest*, pasir, dan karang mati. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kualitas dan fungsi suatu daerah terumbu tidak hanya ditentukan oleh satu parameter tutupan karang, tetapi oleh kombinasi berbagai komponen habitat (Bawole et al. 2013; Sala et al. 2021). Dengan demikian, kompleksitas habitat dapat dipahami sebagai salah satu karakteristik ekologis yang meningkatkan kemungkinan terbentuknya ruang

produktif bagi ikan. Secara konseptual, hubungan tersebut dapat dirumuskan sebagai: kompleksitas struktur habitat → keragaman mikrohabitat → peningkatan ruang perlindungan dan mencari makan → keberadaan dan kelimpahan ikan → peningkatan peluang terbentuknya fishing ground (Gambar 5.3).

5.2.2 Karakteristik Spasial yang Heterogen

Terumbu karang bukan merupakan habitat yang seragam, melainkan tersusun atas mosaik ruang dengan karakteristik fisik dan biologis yang berbeda. Dalam satu sistem terumbu dapat dijumpai rataan terumbu (*reef flat*), puncak terumbu (*reef crest*), tepi atau tubir terumbu (*reef edge*), lereng terumbu (*reef slope*), dasar terumbu (*reef base*), saluran terumbu (*reef channel*), terumbu gosong (*patch reef*), serta zona transisi antara terumbu dan substrat pasir, rubble, lamun, mangrove, atau perairan terbuka.

Kondisi tersebut menghasilkan heterogenitas spasial yang tinggi. Setiap unit habitat mempunyai kedalaman, bentuk dasar, tingkat paparan gelombang, kecepatan arus, jenis substrat, tutupan bentik, dan struktur komunitas organisme yang berbeda. Akibatnya, distribusi ikan pada suatu kawasan terumbu tidak berlangsung secara merata. Ikan cenderung memilih lokasi tertentu sesuai dengan kebutuhan habitat, makanan, perlindungan, dan perilakunya.



Gambar 5. 3 Daerah Penangkapan Ikan Terbentuk dari Interkasi Faktor Alam dan Factor Manusia
(https://chatgpt.com, disusun 17 Agustus 2026)

Kondisi tersebut dapat dilihat secara nyata pada ekosistem terumbu karang di Indonesia. Kementerian Kelautan dan Perikanan mencatat bahwa TWP Pulau Pieh terdiri atas terumbu tepi dan *patch reef*, dengan

komponen rataan terumbu, *reef edge*, *reef crest*, pasir, dan karang mati (Yustinaningrum 2017). Dengan demikian, suatu kawasan terumbu sebenarnya merupakan kumpulan unit habitat yang membentuk mosaik ruang, bukan satu habitat yang homogen.

Hall and Kingsford (2021) juga menunjukkan bahwa komunitas ikan berbeda secara nyata antarhabitat dalam suatu *tropical seascape*. Bahkan habitat yang bukan terumbu karang, seperti makroalga dan substrat pasir/rubble, dapat menyediakan habitat unik bagi spesies tertentu. Temuan tersebut memperkuat pandangan bahwa fungsi habitat harus dipahami pada skala *seascape*, bukan hanya berdasarkan satu tipe habitat secara terpisah.

Konsekuensinya terhadap daerah penangkapan ikan adalah bahwa *fishing ground* pada terumbu karang cenderung mempunyai sifat *patchy* atau terpetak-petak. Artinya, suatu kawasan terumbu yang luas tidak selalu mempunyai potensi penangkapan yang seragam. Sebaliknya, bagian tertentu yang relatif sempit dapat mempunyai produktivitas atau peluang tangkap yang lebih tinggi karena memiliki kombinasi kondisi habitat dan lingkungan yang lebih sesuai bagi ikan target.

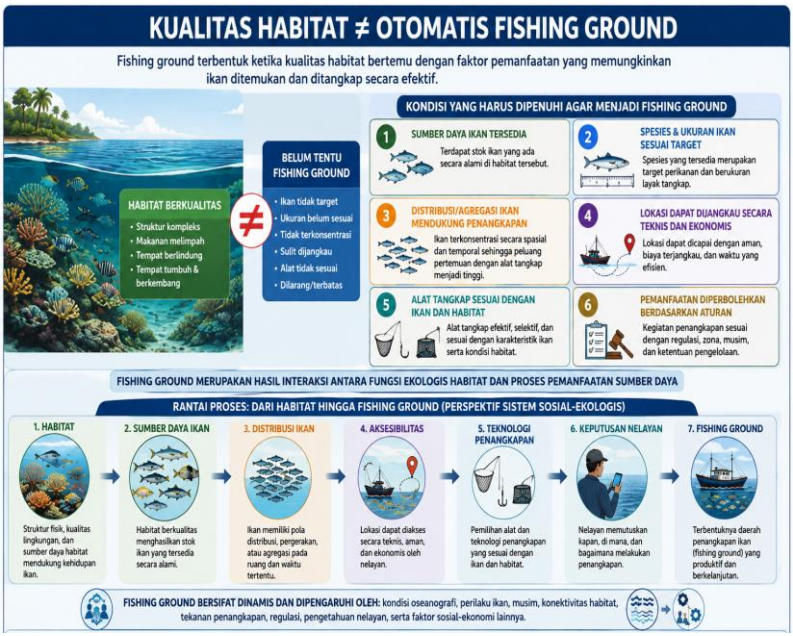
Dengan demikian, luas ekosistem terumbu tidak dapat langsung digunakan sebagai ukuran luas daerah penangkapan ikan. Hubungan yang lebih tepat adalah: mosaik habitat → heterogenitas lingkungan → distribusi ikan yang tidak merata → konsentrasi sumber daya pada ruang tertentu → terbentuknya patch fishing ground. Karakteristik spasial ini mempunyai implikasi penting dalam pemetaan daerah penangkapan ikan. Pemetaan tidak cukup dilakukan dengan menentukan batas umum terumbu karang, tetapi perlu mengidentifikasi unit-unit habitat yang berbeda dan menghubungkannya dengan distribusi ikan target (Gambar 5.4). Pendekatan seperti

ini memungkinkan daerah penangkapan dipahami secara lebih presisi sekaligus mendukung pengelolaan habitat yang lebih efektif.

5.2.3 Karakteristik Spesifik terhadap Jenis Ikan

Daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang mempunyai sifat spesifik terhadap jenis atau kelompok ikan. Setiap spesies mempunyai kebutuhan habitat, sumber makanan, kedalaman optimum, strategi perlindungan, pola pergerakan, serta respons terhadap kondisi lingkungan yang berbeda. Oleh sebab itu, suatu lokasi yang merupakan daerah penangkapan penting bagi satu jenis ikan belum tentu mempunyai arti yang sama bagi jenis lainnya.

Sebagai contoh, ikan-ikan dari famili Serranidae, seperti kerapu, umumnya berasosiasi erat dengan struktur dasar yang menyediakan tempat berlindung dan lokasi untuk menyergap mangsa. Sebaliknya, kelompok ikan herbivora seperti Scaridae, Acanthuridae, dan Siganidae mempunyai hubungan yang lebih kuat dengan kondisi substrat dan ketersediaan sumber makanan berupa alga. Kelompok karnivora seperti Lutjanidae dan Lethrinidae dapat menggunakan berbagai bagian lanskap terumbu, termasuk area dengan struktur dasar tertentu, zona tepian, lereng, maupun habitat transisi, tergantung spesies dan tahap kehidupannya.



Gambar 5. 4 Habitat Berkualitas Tidak Otomatis Menjadi Daerah Penangkapan Ikan: Kerangka Konseptual Pembentukan *Fishing Ground*
(https://chatgpt.com, dibuat 19 Agustus 2026)

Pemantauan kawasan konservasi Kepulauan Anambas mengelompokkan ikan target terumbu karang ke dalam kelompok koralivora, herbivora, dan karnivora. Kelompok tersebut mencakup Chaetodontidae, Acanthuridae, Scaridae, Siganidae, Haemulidae, Lethrinidae, Lutjanidae, dan Serranidae (Sinaga et al. 2023). Monitoring tahun 2024 mencatat 75 spesies ikan terumbu dan biomassa total sekitar 175,16 kg/ha, dengan variasi yang berkaitan dengan kondisi substrat dan variasi karang antarstasiun.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara habitat dan ikan tidak bersifat tunggal. Kondisi substrat dan struktur terumbu dapat mendukung kelompok ikan tertentu, tetapi respons setiap kelompok dapat berbeda. McClure et al. (2021) juga menunjukkan bahwa assemblage ikan karang dipengaruhi secara bersama-sama oleh kondisi lingkungan dan tekanan penangkapan, serta bahwa respons terhadap faktor tersebut berbeda antar kelompok ikan.

Oleh karena itu, konsep *fishing ground* pada terumbu karang harus selalu dikaitkan dengan empat komponen utama, yaitu habitat, spesies target, ukuran ikan, dan perilaku ikan. Pendekatan ini penting terutama ketika tujuan pemetaan adalah menentukan daerah penangkapan untuk jenis ikan tertentu. Peta *fishing ground* kerapu, misalnya, tidak dapat secara otomatis digunakan sebagai peta *fishing ground* ikan herbivora. Dengan demikian, tidak terdapat satu konfigurasi terumbu yang dapat disebut sebagai daerah penangkapan ideal bagi seluruh jenis ikan. Potensi *fishing ground* harus ditentukan berdasarkan hubungan spesifik antara karakteristik habitat dan karakteristik biologis sumber daya yang menjadi sasaran penangkapan.

5.2.4 Karakteristik Spesifik terhadap Alat Tangkap

Daerah penangkapan ikan pada terumbu karang juga memiliki sifat spesifik terhadap alat tangkap (*gear-specific*). Artinya, potensi suatu lokasi tidak hanya ditentukan oleh keberadaan ikan, tetapi juga oleh kesesuaian antara karakteristik ikan, kondisi habitat, dan teknologi yang digunakan untuk menangkapnya.

Alat tangkap mempunyai karakteristik operasional yang berbeda dalam hal kedalaman operasi, ruang gerak, metode pencarian ikan, jenis umpan atau atraktan, mekanisme penangkapan, serta ukuran ikan yang

menjadi sasaran. Karena itu, lokasi yang sesuai untuk suatu alat tangkap belum tentu sesuai untuk alat tangkap lainnya. Pada perikanan terumbu karang, kondisi relief dasar menjadi faktor penting. Dasar yang sangat kompleks dapat menyediakan habitat penting bagi ikan, tetapi sekaligus membatasi ruang gerak alat tangkap tertentu. Sebaliknya, lokasi dengan dasar relatif terbuka dapat lebih mudah dioperasikan, tetapi belum tentu memiliki kepadatan ikan target yang tinggi.

Hubungan antara alat tangkap dan habitat juga mempunyai dimensi konservasi. Pembatasan alat tangkap sebagai salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk melindungi habitat ikan yang sensitif. Dalam pendekatan *Essential Fish Habitat*, pengelolaan tidak hanya diarahkan pada perlindungan ikan, tetapi juga pada perlindungan habitat yang diperlukan untuk keberlanjutan populasi. Dengan demikian, efektivitas daerah penangkapan dapat dirumuskan sebagai interaksi: karakteristik habitat + karakteristik ikan target + karakteristik alat tangkap → peluang pertemuan ikan–alat tangkap → efektivitas penangkapan (Gambar 5.5). Konsepsi ini penting karena daerah penangkapan ikan bukanlah atribut yang melekat secara mutlak pada suatu lokasi. Suatu lokasi dapat menjadi *fishing ground* bagi satu jenis alat tangkap tetapi tidak bagi alat tangkap lainnya. Oleh sebab itu, dalam penelitian maupun pemetaan daerah penangkapan, jenis alat tangkap yang digunakan harus selalu dicatat dan dipertimbangkan.

5.2.5 Karakteristik Spasial–Temporal

Daerah penangkapan ikan pada terumbu karang merupakan ruang yang bersifat dinamis. Lokasi dan tingkat produktivitasnya dapat mengalami perubahan menurut waktu karena perubahan perilaku ikan, kondisi lingkungan, ketersediaan makanan, reproduksi, pasang

surut, arus, suhu, fase bulan, musim, maupun perubahan tekanan penangkapan.

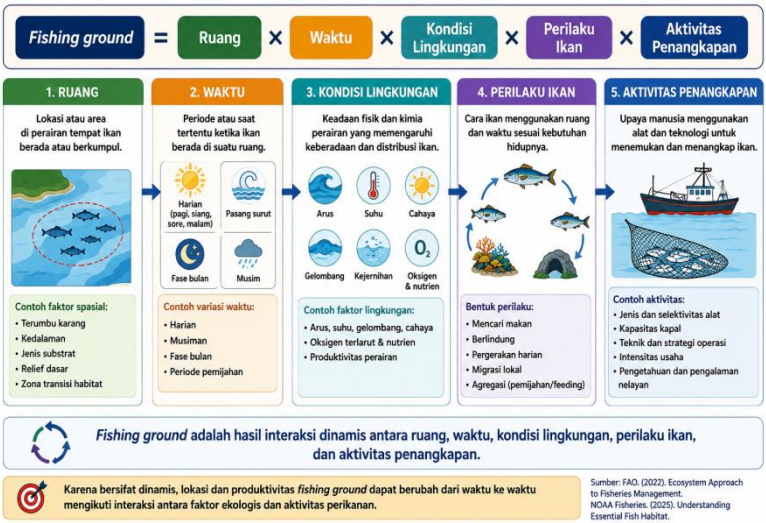


Gambar 5. 5 Interaksi Komponen dalam Membentuka Efektifitas Daerah Penangkapan (https://chatgpt.com, dibuat 19 Agustus 2026)

Pada skala harian, ikan dapat berpindah antara tempat berlindung dan daerah mencari makan. Pada skala musiman, perubahan produktivitas perairan dan ketersediaan makanan dapat mengubah distribusi ikan. Pada periode reproduksi, beberapa spesies dapat memperlihatkan perubahan pola pergerakan atau membentuk agregasi pada lokasi tertentu. Perubahan kondisi oseanografi juga dapat memengaruhi distribusi ikan dan peluang pertemuan dengan alat tangkap. Karena itu, *fishing ground* lebih tepat dipahami sebagai ruang produktif yang mempunyai dimensi waktu, bukan sebagai titik geografis yang selalu menghasilkan tangkapan tinggi sepanjang tahun. Hal ini berkaitan dengan kebutuhan habitat bagi tahapan kehidupan ikan. Habitat yang digunakan untuk pemijahan, pertumbuhan,

mencari makan, atau berlindung dapat berbeda menurut tahap kehidupan suatu spesies. Dengan demikian, fungsi suatu lokasi bagi perikanan dapat berubah sesuai dengan siklus hidup ikan dan kondisi lingkungan.

Dalam konteks penelitian daerah penangkapan ikan, dimensi temporal mempunyai implikasi metodologis. Data hasil tangkapan yang dikumpulkan hanya pada satu musim atau satu periode waktu belum tentu menggambarkan keseluruhan karakteristik *fishing ground*. Data yang lebih representatif perlu mempertimbangkan variasi harian, bulanan, musiman, atau antarperiode pengamatan sesuai dengan tujuan penelitian. Dengan demikian, karakteristik daerah penangkapan ikan dapat dirumuskan sebagai: *fishing ground* = ruang × waktu × kondisi lingkungan × perilaku ikan × aktivitas penangkapan (Gambar 5.6). Rumusan tersebut menegaskan bahwa daerah penangkapan merupakan fenomena dinamis yang berubah mengikuti interaksi antara faktor ekologis dan aktivitas perikanan.



Gambar 5. 6 Rumusan Konseptual Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan (https://chatgpt.com, dibuat 18 Agustus 2026)

5.2.6 Karakteristik Berbasis Agregasi Ikan

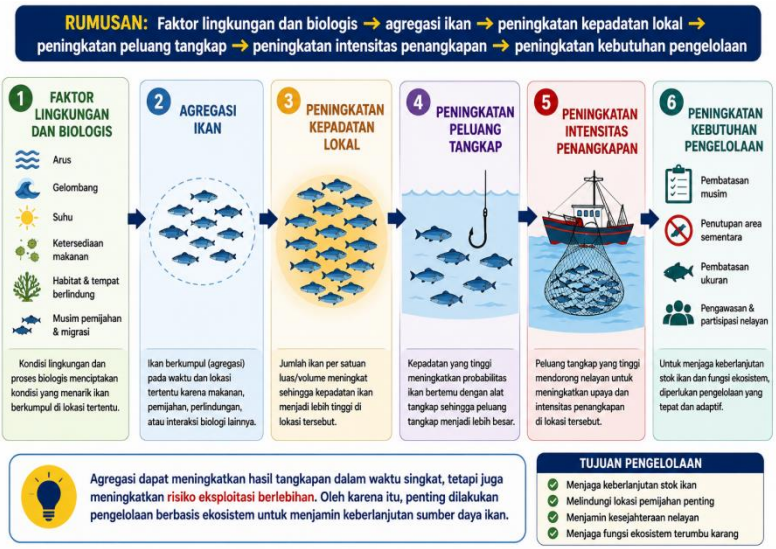
Daerah penangkapan ikan pada terumbu karang juga sering ditandai oleh keberadaan konsentrasi atau agregasi ikan. Agregasi merupakan kondisi ketika sejumlah individu berkumpul pada ruang tertentu dengan kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan daerah di sekitarnya. Dalam perspektif perikanan, keberadaan agregasi meningkatkan kemungkinan terjadinya pertemuan antara ikan dan alat tangkap sehingga dapat meningkatkan hasil tangkapan per satuan upaya.

Agregasi ikan dapat terbentuk karena berbagai alasan ekologis, antara lain ketersediaan makanan, perlindungan, kondisi arus, interaksi predator–mangsa, perpindahan lokal, migrasi, serta aktivitas reproduksi. Karena mekanisme pembentukannya berbeda

antarspesies, agregasi juga mempunyai sifat spesifik terhadap jenis ikan dan waktu.

Agregasi pemijahan merupakan salah satu bentuk yang sangat penting dalam pengelolaan perikanan. Pada kondisi tertentu, ikan dewasa dari wilayah yang lebih luas dapat berkumpul pada lokasi dan periode tertentu untuk melakukan reproduksi. Dari sudut pandang nelayan, lokasi tersebut dapat menjadi *fishing ground* yang sangat produktif. Namun, dari sudut pandang konservasi, agregasi semacam itu merupakan lokasi yang sangat rentan terhadap eksploitasi berlebihan karena sejumlah besar ikan terkonsentrasi pada ruang yang relatif terbatas. Oleh karena itu, peningkatan peluang tangkap pada lokasi agregasi mempunyai konsekuensi ganda. Di satu sisi, agregasi dapat meningkatkan efisiensi operasi penangkapan. Di sisi lain, agregasi dapat meningkatkan kerentanan stok apabila intensitas penangkapan tidak dikendalikan.

Konsep ini memperlihatkan bahwa daerah dengan hasil tangkapan tinggi tidak selalu identik dengan daerah yang mempunyai kondisi stok yang sehat. Hasil tangkapan yang tinggi dapat terjadi karena konsentrasi ikan yang bersifat sementara, termasuk agregasi reproduktif. Karena itu, informasi mengenai agregasi perlu dipadukan dengan informasi tentang ukuran ikan, musim reproduksi, struktur populasi, dan tingkat eksploitasi. Dengan demikian, hubungan antara agregasi dan *fishing ground* dapat dirumuskan sebagai: faktor lingkungan dan biologis → agregasi ikan → peningkatan kepadatan lokal → peningkatan peluang tangkap → peningkatan intensitas penangkapan → peningkatan kebutuhan pengelolaan (Gambar 5.7).



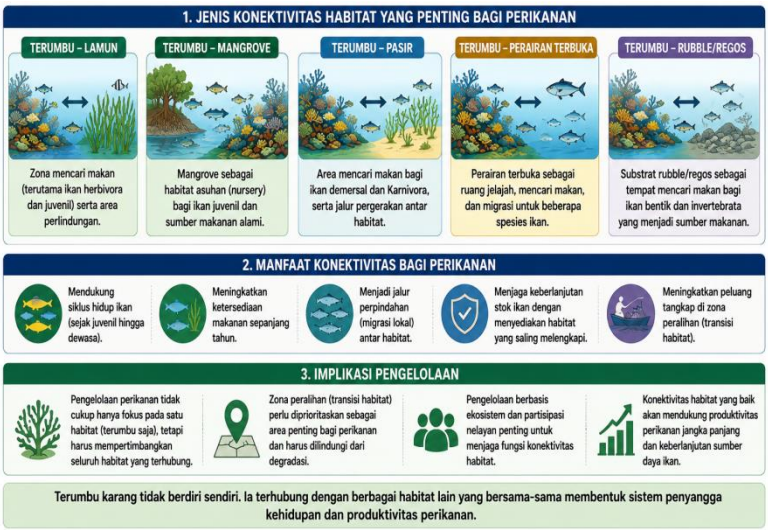
Gambar 5. 7 Hubungan antara Agregasi dan Fishing Ground Ikan (https://chatgpt.com, dibuat 19 Agustus 2026)

5.2.7 Karakteristik Konektivitas Habitat

Karakteristik lain yang sangat penting adalah keterhubungan terumbu karang dengan habitat pesisir lainnya. Terumbu karang tidak merupakan ekosistem yang berdiri sendiri, tetapi menjadi bagian dari suatu *seascape* yang dapat mencakup mangrove, padang lamun, pasir, rubble, estuari, dan perairan terbuka. Konektivitas tersebut memungkinkan organisme berpindah antarhabitat sesuai dengan tahap kehidupan, kebutuhan makanan, perlindungan, reproduksi, maupun perubahan kondisi lingkungan. Karena itu, ikan yang ditangkap pada terumbu karang pada suatu waktu tidak selalu menghabiskan seluruh siklus hidupnya di terumbu tersebut.

Hall and Kingsford (2021) menunjukkan bahwa habitat pesisir yang berbeda dapat menyediakan fungsi yang berbeda bagi komunitas ikan. Meskipun habitat terumbu dan struktur berbatu memiliki kekayaan ikan yang tinggi, habitat makroalga dan pasir/rubble juga menyediakan habitat bagi spesies tertentu dan berkontribusi terhadap keseluruhan kekayaan ikan pada skala *seascape*. Temuan ini memperkuat pentingnya melihat habitat sebagai mosaik yang saling berhubungan.

Dalam konteks daerah penangkapan ikan, konektivitas dapat menyebabkan lokasi penting bagi perikanan berada pada zona peralihan antara terumbu dan habitat lain. Zona terumbu–lamun, terumbu–mangrove, terumbu–pasir, atau terumbu–perairan terbuka dapat menjadi ruang pergerakan atau mencari makan bagi ikan tertentu (Gambar 5.8). Oleh karena itu, pengelolaan daerah penangkapan ikan terumbu karang tidak cukup dilakukan dengan mempertahankan kondisi terumbu saja. Habitat yang terhubung dengannya juga perlu dipertahankan agar fungsi ekologis dan produktivitas perikanan dapat berlangsung dalam jangka panjang.



Gambar 5. 8 Konektivitas Habitat Penting dengan Daerah Penangkapan Ikan (https://chatgpt.com, dibuat 18 Agustus 2026)

Pendekatan tersebut konsisten dengan yang dikembangkan FAO (Garcia and Cochrane 2005). Mereka menegaskan bahwa pengelolaan perikanan perlu mempertimbangkan hubungan antara perikanan, ekosistem, masyarakat, ekonomi, budaya, dan lingkungan. Dalam pendekatan ini, kesehatan sumber daya ikan dan kesehatan ekosistem dipandang sebagai bagian yang saling berkaitan dalam mencapai keberlanjutan perikanan. Dengan demikian, karakteristik daerah penangkapan ikan pada terumbu karang harus dipahami pada skala habitat tunggal sekaligus skala seascape.

5.2.8 Karakteristik Sosial–Ekologis

Daerah penangkapan ikan pada terumbu karang pada akhirnya bukan hanya merupakan ruang ekologis, tetapi juga ruang sosial. Keberadaan ikan dan kualitas habitat merupakan dasar ekologis, tetapi keputusan nelayan mengenai lokasi penangkapan dipengaruhi oleh berbagai pertimbangan ekonomi, teknologi, budaya, kelembagaan, dan akses.

Nelayan umumnya tidak menentukan lokasi penangkapan hanya berdasarkan perkiraan keberadaan ikan. Pengetahuan dan pengalaman mengenai lokasi, musim, arus, pasang surut, perilaku ikan, tanda-tanda alam, serta kondisi cuaca dapat menjadi dasar dalam menentukan lokasi operasi. Dalam banyak komunitas pesisir, pengetahuan tersebut berkembang secara turun-temurun dan menjadi bagian dari pengetahuan ekologi lokal. Selain pengetahuan, keputusan nelayan juga dipengaruhi oleh jarak dari pangkalan, kapasitas kapal, konsumsi bahan bakar, waktu tempuh, keamanan, harga ikan, permintaan pasar, kondisi cuaca, dan kemampuan alat tangkap. Dengan demikian, lokasi yang secara ekologis produktif belum tentu menjadi daerah penangkapan utama apabila biaya untuk mencapainya terlalu tinggi atau risiko operasinya besar.

Aspek kelembagaan juga mempunyai pengaruh yang sangat kuat. Suatu lokasi yang mempunyai sumber daya ikan tinggi dapat tidak dimanfaatkan apabila berada di dalam zona larang tangkap, zona inti kawasan konservasi, wilayah yang mempunyai aturan adat tertentu, atau wilayah yang aksesnya dibatasi oleh kesepakatan antar pengguna. Nelayan skala kecil membutuhkan akses yang aman dan stabil terhadap daerah penangkapan. Hal ini juga menekankan pentingnya hak tenurial yang aman, adil, dan sesuai

dengan kondisi sosial-budaya terhadap sumber daya perikanan dan wilayah penangkapan.

Ecosystem Approach to Fisheries sebagai pendekatan holistik yang mengintegrasikan dimensi ekologis, sosial, ekonomi, dan tata kelola. Dalam pendekatan tersebut, kesehatan ekosistem dan kesejahteraan manusia dipandang sebagai dua hal yang saling terkait. Pengelolaan perikanan tidak hanya diarahkan untuk mempertahankan stok ikan, tetapi juga harus mempertimbangkan masyarakat yang bergantung pada sumber daya tersebut. Perspektif tersebut sangat relevan bagi Indonesia. Perikanan skala kecil merupakan bagian yang sangat penting dalam sistem perikanan Indonesia dan berkontribusi besar terhadap kehidupan dan ketahanan pangan Masyarakat(Patty et al. 2024). Karena itu, karakteristik *fishing ground* di Indonesia perlu dipahami sebagai bagian dari sistem sosial-ekologis yang melibatkan nelayan, sumber daya ikan, habitat, teknologi, pasar, kelembagaan, dan tata kelola.

Dengan demikian, daerah penangkapan ikan dapat mempunyai potensi biologis tinggi tetapi tidak menjadi *fishing ground* utama karena keterbatasan akses, biaya operasi, konflik ruang, atau aturan pengelolaan. Sebaliknya, suatu lokasi dengan produktivitas biologis sedang dapat menjadi daerah penangkapan penting karena dekat dengan pemukiman, mudah dijangkau, aman, sesuai dengan alat tangkap, dan mempunyai nilai ekonomi tinggi. Oleh karena itu, pertanyaan mengenai daerah penangkapan ikan tidak cukup berhenti pada: **"**Dimana ikan berada?" Pertanyaan yang lebih tepat adalah: "Dimana ikan tersedia, dapat ditemukan, dapat ditangkap secara efektif, dapat diakses secara teknis dan ekonomis, serta pemanfaatannya diperbolehkan dan dapat dipertahankan secara berkelanjutan?" Pertanyaan tersebut menempatkan *fishing ground* sebagai bagian

dari sistem sosial–ekologis, bukan semata-mata sebagai fenomena biologis.

5.2.9 Sintesis Karakteristik Daerah Penangkapan Ikan pada Ekosistem Terumbu Karang

Berdasarkan uraian di atas, daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang mempunyai karakteristik multidimensional. Karakteristik tersebut mencakup kompleksitas habitat sebagai dasar ekologis, heterogenitas spasial sebagai pembentuk pola distribusi sumber daya, kekhususan terhadap spesies sebagai dasar selektivitas habitat, kesesuaian alat tangkap sebagai dasar efektivitas operasi, dinamika spasial–temporal sebagai penentu perubahan lokasi dan produktivitas, agregasi ikan sebagai mekanisme pembentukan konsentrasi sumber daya, konektivitas habitat sebagai dasar keberlanjutan fungsi ekosistem, serta dimensi sosial–ekologis sebagai penentu akses dan keputusan pemanfaatan. Dengan demikian, *fishing ground* terumbu karang tidak dapat didefinisikan hanya sebagai lokasi dengan tutupan karang tinggi atau lokasi dengan kelimpahan ikan tinggi. Daerah penangkapan merupakan ruang tempat berbagai komponen tersebut berinteraksi sehingga menghasilkan peluang penangkapan yang relatif tinggi pada waktu dan kondisi tertentu. Secara konseptual, karakteristik tersebut dapat dirumuskan sebagai: Kompleksitas habitat → heterogenitas spasial → distribusi dan preferensi ikan → kesesuaian alat tangkap → dinamika ruang dan waktu → agregasi ikan → konektivitas habitat → akses dan keputusan nelayan → daerah penangkapan ikan (Gambar 5.9). Dengan kerangka tersebut, daerah penangkapan ikan pada terumbu karang dapat dipahami sebagai ruang produktif yang dinamis, spesifik terhadap sumber daya dan alat tangkap, serta dibentuk oleh interaksi antara sistem

ekologis dan sistem sosial. Pemahaman ini mempunyai konsekuensi penting bagi penelitian dan pengelolaan. Pemetaan *fishing ground* tidak cukup dilakukan dengan memetakan tutupan terumbu karang atau keberadaan ikan secara terpisah. Pemetaan yang lebih komprehensif perlu mengintegrasikan karakteristik habitat, kompleksitas struktur, kedalaman, substrat, distribusi ikan target, ukuran ikan, pola agregasi, kondisi oseanografi, jenis dan intensitas alat tangkap, aksesibilitas, pengetahuan nelayan, serta zonasi dan aturan pengelolaan.

Dengan demikian, dalam kerangka buku *Daerah Penangkapan Ikan: Konsep, Karakteristik, dan Faktor Pembentuk*, karakteristik utama *fishing ground* terumbu karang dapat diringkas dalam satu prinsip: Daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang bukan sekadar tempat ikan berada, melainkan ruang dan waktu tertentu ketika kualitas habitat, distribusi dan perilaku ikan, kondisi lingkungan, teknologi penangkapan, aksesibilitas, serta keputusan manusia berinteraksi dan menghasilkan peluang penangkapan yang relatif tinggi. Prinsip tersebut sekaligus menjadi dasar untuk memahami bagian berikutnya, yaitu faktor-faktor pembentuk daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang, karena karakteristik yang telah diuraikan merupakan hasil dari interaksi berbagai faktor ekologis, oseanografis, biologis, teknologis, dan sosial–ekonomi.



Gambar 5. 9 Daerah Penangkapan Ikan di Terumbu Karang (https://chatgpt.com, dibuat 18 Agustus 2026)

5.3 Faktor Pembentuk Daerah Penangkapan Ikan pada Ekosistem Terumbu Karang

Daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang tidak terbentuk oleh satu faktor tunggal, melainkan merupakan hasil interaksi antara kondisi habitat, dinamika oseanografi, karakteristik biologis sumber daya ikan, perilaku ikan, teknologi penangkapan, serta kondisi sosial-ekonomi dan kelembagaan yang mengatur akses terhadap sumber daya. Oleh karena itu, pemahaman mengenai faktor pembentuk daerah penangkapan ikan pada terumbu karang perlu ditempatkan dalam kerangka sistem sosial-ekologis, yaitu suatu sistem yang menghubungkan proses ekologis dengan aktivitas manusia dalam memanfaatkan dan mengelola sumber daya perikanan.

Pembentukan daerah penangkapan ikan dapat dirumuskan sebagai suatu rangkaian proses: karakteristik habitat membentuk kesesuaian lingkungan; kondisi oseanografi memodifikasi produktivitas dan distribusi sumber makanan; proses biologis menentukan keberadaan dan biomassa ikan; perilaku ikan menentukan pola pergerakan dan agregasi; teknologi menentukan kemampuan

nelayan mendeteksi dan menangkap ikan; sedangkan faktor sosial-ekonomi dan kelembagaan menentukan apakah lokasi tersebut secara praktis, ekonomis, dan legal dapat dimanfaatkan. Dengan demikian, suatu lokasi baru dapat dikatakan sebagai daerah penangkapan ikan apabila terdapat kesesuaian antara keberadaan sumber daya, peluang pertemuan dengan alat tangkap, kemampuan operasional nelayan, serta kondisi akses dan pengelolaannya.

Kerangka tersebut penting karena potensi ekologis tidak selalu identik dengan potensi penangkapan. Terumbu yang mempunyai kompleksitas habitat tinggi dapat menyediakan kondisi yang baik bagi ikan, tetapi belum tentu menjadi daerah penangkapan utama apabila ikan target tidak tersedia dalam ukuran yang sesuai, lokasi sulit dijangkau, alat tangkap tidak sesuai, biaya operasi terlalu tinggi, atau wilayah tersebut berada dalam zona yang tidak diperbolehkan untuk penangkapan. Sebaliknya, lokasi yang secara ekologis tidak memiliki tutupan karang tertinggi dapat menjadi fishing ground penting apabila berada pada jalur pergerakan ikan, memiliki arus yang membawa makanan, atau merupakan zona transisi antara beberapa tipe habitat.

5.3.1 Faktor Habitat

Faktor habitat merupakan dasar ekologis pertama dalam pembentukan daerah penangkapan ikan pada terumbu karang. Habitat menentukan ruang hidup, ketersediaan tempat berlindung, sumber makanan, tempat pemijahan, serta ruang pergerakan bagi ikan. Kompleksitas habitat tiga dimensi menjadi salah satu atribut penting karena menentukan jumlah dan keragaman mikrohabitat yang tersedia bagi organisme. (Asner et al. 2021) menunjukkan bahwa kompleksitas struktural atau *reef rugosity* merupakan salah satu determinan penting kondisi terumbu dan penggunaan habitat oleh berbagai kelompok organisme, termasuk

ikan. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa kedalaman dan kemiringan terumbu merupakan faktor utama yang memengaruhi variasi kompleksitas habitat pada skala spasial yang berbeda. Artinya, karakteristik fisik terumbu tidak dapat dipisahkan dari distribusi ikan dan potensi perikanan.

Kompleksitas struktural dapat terbentuk dari keberadaan koloni karang bercabang, karang masif, tonjolan, celah, lubang, gua kecil, bongkahan karang, dan relief dasar lainnya. Struktur tersebut menyediakan tempat berlindung dari predator sekaligus menciptakan ruang untuk mencari makan. Ferreira et al. (2023) menegaskan bahwa kerangka kalsium karbonat yang dibentuk oleh karang merupakan fondasi struktural bagi keanekaragaman hayati dan berbagai fungsi ekosistem terumbu. Dengan demikian, perubahan struktur fisik terumbu dapat berimplikasi terhadap kualitas habitat ikan.

Dalam konteks perikanan, kompleksitas struktural perlu dibedakan dari sekadar persentase tutupan karang hidup. Tutupan karang yang tinggi tidak selalu berarti kompleksitas habitat juga tinggi. Dua lokasi dapat mempunyai persentase tutupan karang yang relatif sama, tetapi memiliki bentuk pertumbuhan, relief vertikal, rugositas, dan konfigurasi mikrohabitat yang berbeda. Oleh karena itu, penilaian potensi fishing ground sebaiknya tidak hanya menggunakan indikator tutupan karang, tetapi juga mempertimbangkan struktur tiga dimensi, bentuk pertumbuhan karang, kedalaman, kemiringan, dan heterogenitas substrat.

Data monitoring resmi Kementerian Kelautan dan Perikanan menunjukkan hubungan yang penting antara kondisi habitat dan komunitas ikan karang. Di TWP Pulau Pieh, misalnya, terumbu terdiri atas tipe *fringing reef* dan *patch reef*, dengan zona seperti *reef flat*, *reef edge*, dan

reef crest (Yustinaningrum 2017). Tutupan karang hidup dilaporkan sekitar 52,07%, sedangkan karang mati mencapai 35,22%, rubble 5,16%, dan pasir 3,14%. Pada lokasi yang sama, komunitas ikan karang terdiri atas kelompok koralivora, herbivora, dan karnivora, termasuk famili Serranidae, Lutjanidae, Lethrinidae, Acanthuridae, Scaridae, dan Siganidae yang memiliki kepentingan ekologis maupun perikanan. Data tersebut memperlihatkan bahwa karakteristik habitat dan komunitas ikan perlu dibaca secara bersamaan dalam menilai potensi ruang perikanan.

Selain kompleksitas, kedalaman merupakan faktor habitat yang sangat penting. Perubahan kedalaman diikuti oleh perubahan intensitas cahaya, suhu, tekanan, hidrodinamika, struktur substrat, serta komposisi komunitas organisme. Scott et al. (2022) menunjukkan bahwa kelimpahan, keanekaragaman, dan komposisi ikan karang dapat berubah secara nyata sepanjang gradien kedalaman. Osuka et al. (2022) juga menemukan bahwa kedalaman dan tipe habitat merupakan determinan penting kelimpahan ikan predator karang; dalam penelitian mereka, 83% spesies predator yang diamati ditemukan pada kedalaman lebih dari 20 m. Temuan tersebut menunjukkan bahwa daerah penangkapan ikan tidak dapat dipetakan hanya berdasarkan keberadaan terumbu di permukaan, tetapi perlu mempertimbangkan distribusi vertikal sumber daya ikan.

Kemiringan dan relief dasar juga dapat membentuk lokasi konsentrasi ikan. Daerah yang mempunyai *drop-off*, lereng terumbu, saluran, cekungan, dan perubahan relief yang tajam dapat menjadi tempat berkumpulnya ikan karena menyediakan perlindungan, jalur pergerakan, serta kondisi hidrodinamika yang berbeda dari dasar yang relatif datar. Survei ikan karang secara

rutin mengintegrasikan informasi mengenai zona terumbu, kedalaman, tutupan bentik, dan kompleksitas topografi dalam pemantauan komunitas ikan (Osuka et al. 2022). Pendekatan tersebut memperlihatkan bahwa habitat fisik merupakan komponen fundamental dalam evaluasi sumber daya ikan karang.

Jenis dan heterogenitas substrat merupakan faktor habitat berikutnya. Terumbu karang pada kenyataannya merupakan mosaik antara karang hidup, karang mati, rubble, pasir, batuan, makroalga, dan organisme bentik lainnya. Perbedaan substrat tersebut menghasilkan variasi sumber makanan, tempat perlindungan, dan kondisi hidrodinamika. (Landero Figueroa et al. 2021) menunjukkan bahwa informasi batimetri dan karakteristik dasar laut dapat meningkatkan kemampuan model dalam menjelaskan distribusi ikan yang berasosiasi dengan terumbu. Hal ini menunjukkan bahwa pemetaan dasar perairan mempunyai nilai penting dalam identifikasi habitat potensial bagi ikan karang. Dengan demikian, faktor habitat dapat diringkas sebagai hubungan: struktur terumbu → kompleksitas habitat → kesesuaian mikrohabitat → ketersediaan ruang dan makanan → keberadaan ikan → potensi fishing ground. Namun, hubungan tersebut bersifat probabilistik dan tidak deterministik. Habitat yang baik meningkatkan peluang keberadaan ikan, tetapi tidak menjamin terjadinya konsentrasi ikan yang dapat ditangkap secara ekonomis.

5.2.2 Faktor Oseanografi

Faktor oseanografi berperan sebagai penghubung antara habitat dan proses biologis yang berlangsung di dalamnya. Arus, pasang surut, gelombang, suhu, cahaya, produktivitas perairan, dan karakteristik massa air dapat

memengaruhi distribusi makanan, larva, ikan juvenil, ikan dewasa, serta pola pergerakan ikan.

Arus merupakan salah satu faktor oseanografi yang sangat penting. Arus dapat membawa plankton, partikel organik, oksigen, dan organisme makanan menuju atau melewati kawasan terumbu. Arus juga dapat menentukan arah transportasi larva dan konektivitas antarhabitat. Studi mengenai pengaruh oseanografi terhadap komunitas ikan karang di Great Barrier Reef menunjukkan bahwa struktur komunitas ikan berkaitan dengan pola oseanografi regional, termasuk pengaruh cabang arus laut dan perubahan kekuatan arus secara musiman. Menariknya, penguatan arus juga bertepatan dengan periode penting reproduksi ikan karang.

Dengan demikian, daerah yang berada pada jalur arus tidak selalu mempunyai ikan karena arus secara langsung "mengumpulkan ikan", tetapi karena arus dapat meningkatkan transportasi makanan, memengaruhi produktivitas, dan membentuk kondisi hidrodinamika yang sesuai dengan kebutuhan organisme. Jalur transportasi pada sistem arus dapat menjadi sumber produktivitas bagi ekosistem terumbu melalui pengangkutan material dan energi dari wilayah laut yang lebih luas.

Pasang surut juga dapat mengubah kondisi daerah penangkapan secara temporal. Perubahan muka air laut mengubah kedalaman efektif, kecepatan dan arah arus lokal, akses ikan terhadap rataan terumbu, serta kondisi operasi alat tangkap. Pada saat pasang, beberapa ikan dapat memasuki bagian terumbu yang lebih dangkal untuk mencari makanan, sedangkan pada saat surut ikan dapat berpindah menuju saluran, lereng, atau perairan yang lebih dalam. Oleh karena itu, nelayan yang beroperasi pada terumbu sering kali mengembangkan

strategi penangkapan yang mempertimbangkan fase pasang dan surut.

Suhu perairan berpengaruh terhadap metabolisme, pertumbuhan, reproduksi, aktivitas, dan distribusi ikan. (McCosker et al. 2022) menunjukkan bahwa suhu laut dan karakteristik habitat secara bersama-sama berperan dalam menentukan pola keberadaan ikan karang juvenil. Dengan meningkatnya suhu laut akibat perubahan iklim, pola distribusi ikan juga berpotensi mengalami perubahan spasial maupun temporal.

Perubahan suhu juga berpengaruh secara tidak langsung melalui kondisi ekosistem terumbu. NOAA Coral Reef Watch melaporkan bahwa sejak awal 2023 hingga 30 September 2025, sekitar 84,4% wilayah terumbu karang dunia mengalami *bleaching-level heat stress* selama peristiwa pemutihan karang global keempat. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa suhu bukan hanya faktor yang memengaruhi ikan secara langsung, tetapi juga dapat mengubah kualitas habitat melalui tekanan panas terhadap karang. Dalam konteks Indonesia, pemutihan karang yang berkaitan dengan kenaikan suhu permukaan laut.

Gelombang memengaruhi dua aspek sekaligus, yaitu ekologi dan operasional perikanan. Secara ekologis, gelombang memengaruhi pencampuran air, resuspensi material, dan kondisi fisik organisme bentik. Secara operasional, gelombang menentukan keamanan kapal, kenyamanan nelayan, kemampuan alat tangkap bekerja, dan biaya operasi. Oleh sebab itu, suatu lokasi dapat mempunyai produktivitas biologis tinggi tetapi jarang dimanfaatkan apabila kondisi gelombangnya terlalu berisiko.

Cahaya juga berperan dalam pembentukan *fishing ground*, terutama melalui pengaruhnya terhadap produktivitas primer dan aktivitas organisme. Perubahan intensitas cahaya menurut kedalaman memengaruhi distribusi alga, karang, plankton, serta organisme bentik yang menjadi bagian dari jejaring makanan. Akibatnya, perubahan cahaya secara vertikal dapat menghasilkan zonasi komunitas ikan. Faktor oseanografi tersebut menunjukkan bahwa *fishing ground* terumbu karang bersifat dinamis. Lokasi dengan kondisi habitat yang sama dapat mempunyai produktivitas perikanan berbeda pada waktu yang berbeda karena perubahan arus, pasang surut, suhu, gelombang, dan produktivitas perairan.

5.2.3 Faktor Biologis

Faktor biologis menentukan apakah kondisi habitat dan oseanografi tersebut benar-benar menghasilkan sumber daya ikan yang dapat membentuk fishing ground. Komponen biologis utama meliputi ketersediaan makanan, hubungan predator-mangsa, reproduksi, rekrutmen, pertumbuhan, mortalitas, dan struktur komunitas ikan.

Ketersediaan makanan merupakan salah satu mekanisme utama yang menghubungkan habitat dengan konsentrasi ikan. Terumbu karang mendukung berbagai kelompok organisme, mulai dari plankton, alga, krustasea, moluska, hingga ikan berukuran kecil yang kemudian menjadi sumber makanan bagi ikan dengan tingkat trofik lebih tinggi. Kontribusi plankton dan lingkungan pelagis di sekitar terumbu merupakan komponen penting dalam memahami produktivitas ekosistem terumbu. Dengan demikian, produktivitas *fishing ground* tidak hanya berasal dari produksi lokal terumbu, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh proses

oseanografi yang membawa energi dan material dari perairan sekitarnya.

Hubungan predator-mangsa kemudian menghasilkan pola distribusi yang lebih kompleks. Konsentrasi ikan kecil atau organisme bentik dapat menarik predator seperti kerapu, kakap, lencam, dan kelompok predator lainnya. Sebaliknya, keberadaan predator dapat menyebabkan ikan mangsa mengubah pola aktivitas dan pemanfaatan habitat. Karena itu, daerah dengan produktivitas makanan tinggi tidak selalu menunjukkan konsentrasi seluruh jenis ikan secara bersamaan.

Pemijahan merupakan mekanisme biologis lain yang sangat penting dalam pembentukan daerah penangkapan. Sejumlah ikan karang membentuk agregasi pemijahan pada lokasi dan waktu tertentu. Agregasi tersebut dapat menghasilkan konsentrasi ikan yang jauh lebih tinggi dibandingkan kondisi normal. Sifat agregasi yang dapat diprediksi secara spasial dan temporal sekaligus menjadikan lokasi tersebut sangat menarik bagi perikanan, tetapi juga sangat rentan terhadap eksploitasi berlebihan. Karena itu, lokasi agregasi pemijahan perlu memperoleh perhatian khusus dalam pengelolaan perikanan.

Rekrutmen menentukan keberlanjutan stok dalam jangka panjang. Rekrutmen ikan ke habitat terumbu dipengaruhi oleh keberhasilan reproduksi, transportasi larva, kualitas habitat juvenil, serta konektivitas antarhabitat. Dengan demikian, suatu fishing ground tidak boleh dinilai hanya berdasarkan hasil tangkapan saat ini. Lokasi dengan hasil tangkapan tinggi tetapi mengalami penurunan rekrutmen dapat menunjukkan kondisi eksploitasi yang tidak berkelanjutan.

Struktur komunitas dan biomassa merupakan indikator penting lainnya. Dalam monitoring KKP di Kawasan Konservasi Kepulauan Anambas, misalnya, tercatat 75 spesies ikan terumbu karang dengan biomassa ikan target sekitar 175,16 kg/ha (Sinaga et al. 2023). Data tersebut menunjukkan bahwa karakteristik komunitas ikan dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi sumber daya yang berasosiasi dengan habitat terumbu.

Pada Kepulauan Anambas, kelompok ikan target yang dipantau mencakup ikan herbivora seperti Acanthuridae, Scaridae, dan Siganidae serta kelompok karnivora seperti Haemulidae, Lethrinidae, Lutjanidae, dan Serranidae. Komposisi tersebut penting karena kelompok fungsional yang berbeda mempunyai hubungan berbeda dengan habitat, sumber makanan, dan proses ekologis. Dengan demikian, potensi fishing ground sebaiknya dinilai bukan hanya berdasarkan jumlah spesies, tetapi juga berdasarkan biomassa, ukuran ikan, komposisi spesies target, dan struktur trofik komunitas.

5.2.4 Faktor Perilaku Ikan

Keberadaan ikan pada suatu habitat belum tentu menghasilkan fishing ground. Faktor yang menghubungkan keberadaan ikan dengan peluang penangkapan adalah perilaku ikan. Ikan merupakan organisme yang aktif memilih habitat, mencari makanan, menghindari predator, bereproduksi, membentuk kelompok, dan berpindah mengikuti perubahan kondisi lingkungan. Perilaku ikan dapat berupa pergerakan harian, migrasi lokal, perpindahan antarhabitat, pembentukan kelompok, serta agregasi reproduksi. Pola tersebut menyebabkan distribusi ikan bersifat dinamis dan dapat berubah dalam skala waktu jam, hari, bulan, maupun musim.

Dalam konteks terumbu karang, sebagian ikan mempunyai hubungan yang relatif kuat dengan struktur terumbu sehingga dapat dikategorikan sebagai ikan yang relatif menetap. Sebagian lainnya bersifat lebih mobile dan menggunakan terumbu sebagai salah satu bagian dari wilayah jelajahnya. Perbedaan tersebut sangat penting bagi nelayan karena lokasi dengan ikan yang relatif menetap dapat menghasilkan fishing ground yang lebih konsisten, sedangkan ikan yang mobile dapat menyebabkan lokasi penangkapan berpindah mengikuti pola pergerakan ikan.

Perilaku mencari makan juga dapat menghasilkan konsentrasi ikan pada lokasi tertentu. Ikan predator dapat mengikuti keberadaan mangsa, sementara ikan herbivora dapat mengikuti distribusi alga atau tumbuhan bentik. Pada waktu tertentu, ikan dapat bergerak dari bagian dalam terumbu menuju tepi terumbu atau saluran untuk mencari makan. Karena itu, *reef edge*, *reef channel*, dan zona transisi dapat menjadi lokasi penangkapan yang penting meskipun bukan merupakan bagian terumbu dengan tutupan karang hidup tertinggi.

Osuka et al. (2022) menunjukkan bahwa tipe habitat dan kedalaman berinteraksi dengan perilaku pergerakan ikan predator. Hal tersebut memperkuat pemahaman bahwa distribusi ikan tidak dapat dijelaskan hanya berdasarkan satu variabel lingkungan, tetapi merupakan hasil interaksi antara habitat dan perilaku spesies.

Berdasarkan pola temporalnya, daerah penangkapan yang terbentuk akibat perilaku ikan dapat dibedakan secara konseptual menjadi daerah yang relatif menetap, periodik, musiman, dan temporer. Daerah menetap berkaitan dengan ikan yang mempunyai asosiasi kuat dengan habitat tertentu. Daerah periodik terbentuk karena pergerakan harian atau siklus pasang surut. Daerah musiman berkaitan dengan perubahan

lingkungan, ketersediaan makanan, atau reproduksi. Sementara itu, daerah temporer dapat muncul akibat kejadian lingkungan tertentu yang menyebabkan ikan berkumpul dalam waktu singkat. Implikasinya terhadap pemetaan *fishing ground* sangat penting. Pemetaan yang hanya menggunakan koordinat lokasi tanpa informasi waktu dapat menghasilkan gambaran yang tidak lengkap. Oleh karena itu, data hasil tangkapan sebaiknya dikaitkan dengan waktu operasi, kedalaman, fase pasang surut, kondisi cuaca, fase bulan, dan musim.

5.2.5 Faktor Teknologi Penangkapan

Teknologi penangkapan merupakan faktor yang menentukan apakah potensi biologis suatu habitat dapat diubah menjadi hasil tangkapan. Dalam konteks ini, fishing ground bersifat **gear-specific**, yaitu karakteristik daerah penangkapan berkaitan dengan jenis alat tangkap yang digunakan.

Alat tangkap mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mendeteksi, mendekati, menangkap, dan mempertahankan ikan. Pancing dasar, misalnya, mempunyai kebutuhan kedalaman, substrat, dan teknik operasi yang berbeda dengan pancing ulur, bubu, jaring insang, atau alat tangkap lainnya. Oleh karena itu, lokasi yang produktif untuk satu alat belum tentu produktif untuk alat lainnya.

Efektivitas teknologi juga dipengaruhi oleh karakteristik habitat. Pada terumbu yang sangat kompleks, alat tangkap tertentu dapat mengalami risiko tersangkut atau rusak. Sebaliknya, kompleksitas habitat dapat meningkatkan efektivitas alat yang mampu menargetkan ikan yang berlindung di antara struktur karang. Dalam konteks pengelolaan, kesesuaian antara alat tangkap dan habitat menjadi sangat penting karena teknologi yang tidak sesuai dapat meningkatkan

kerusakan habitat sekaligus mengurangi efisiensi operasi.

Kesesuaian alat tangkap dan daerah penangkapan dalam pengelolaan perikanan menjadi sangat penting. Karakteristik daerah penangkapan dan penggunaan alat bantu tertentu, misalnya WPP 715 dan 718, dapat berinteraksi dengan ekosistem terumbu karang dan bahkan memunculkan konflik antarnelayan. Keadaan ini memperlihatkan bahwa teknologi penangkapan bukan sekadar instrumen teknis, tetapi juga mempunyai konsekuensi ekologis dan sosial.

Selain alat tangkap, kapasitas kapal menentukan kemampuan nelayan mencapai lokasi yang lebih jauh dan beroperasi pada kondisi lingkungan yang lebih berat. Kapal dengan ukuran, daya mesin, kapasitas bahan bakar, alat navigasi, dan fasilitas penyimpanan hasil yang berbeda akan mempunyai radius operasi yang berbeda. Akibatnya, peta fishing ground bagi nelayan dengan kapal kecil dapat berbeda dengan fishing ground bagi kapal yang mempunyai kemampuan operasi lebih besar.

Perkembangan teknologi navigasi dan pemetaan juga mengubah cara nelayan mengidentifikasi fishing ground. GPS, *fish finder*, echosounder, citra satelit, peta batimetri, dan sistem informasi geografis memungkinkan informasi habitat, kedalaman, posisi ikan, dan lokasi operasi diintegrasikan secara lebih akurat. Penelitian Landero Figueroa et al. (2021) menunjukkan bahwa integrasi data batimetri dan karakteristik dasar perairan dapat meningkatkan model distribusi ikan yang berasosiasi dengan terumbu. Dengan demikian, teknologi tidak hanya menentukan dimana ikan dapat ditangkap, tetapi juga menentukan ikan mana yang dapat ditangkap, dengan efisiensi berapa tinggi, dan dengan risiko ekologis sebesar apa.

5.2.6 Faktor Sosial-Ekonomi

Fishing ground pada dasarnya merupakan ruang ekologis yang dimanfaatkan oleh manusia. Karena itu, keberadaan ikan saja tidak cukup untuk menjadikan suatu lokasi sebagai daerah penangkapan ikan. Nelayan juga mempertimbangkan jarak, biaya bahan bakar, waktu perjalanan, keamanan, harga ikan, ukuran hasil tangkapan, risiko operasi, serta peluang keuntungan.

Jarak dari pangkalan atau kampung nelayan merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan. Lokasi yang dekat dengan pangkalan dapat tetap menjadi fishing ground utama meskipun produktivitasnya sedang, karena biaya operasi relatif rendah. Sebaliknya, lokasi yang sangat produktif tetapi jauh dapat tidak dipilih apabila tambahan biaya bahan bakar dan waktu perjalanan lebih besar daripada tambahan nilai hasil tangkapan. Dengan demikian, keputusan nelayan dapat dipahami sebagai proses optimasi antara peluang hasil tangkapan dan biaya serta risiko operasi. Secara sederhana, suatu lokasi cenderung menjadi fishing ground apabila manfaat ekonomi yang diharapkan lebih besar daripada biaya dan risiko yang harus ditanggung nelayan.

Harga ikan juga memengaruhi pemilihan lokasi. Nelayan tidak selalu mengejar jumlah ikan maksimum, tetapi dapat memilih lokasi yang menghasilkan spesies dengan nilai ekonomi lebih tinggi. Oleh karena itu, *fishing ground* bersifat target-spesifik sekaligus economi-spesifik. Lokasi yang menjadi *fishing ground* utama untuk kerapu atau kakap belum tentu menjadi lokasi utama untuk ikan herbivora lain.

Faktor ekonomi juga berhubungan dengan kapasitas modal dan teknologi. Nelayan dengan modal terbatas cenderung mempunyai pilihan daerah operasi yang lebih

dekat dan menggunakan teknologi yang relatif sederhana. Sebaliknya, nelayan dengan kapal dan teknologi lebih baik dapat menjangkau wilayah yang lebih luas. Kondisi tersebut menciptakan perbedaan spasial dalam pemanfaatan sumber daya.

Dalam konteks Indonesia, perikanan skala kecil memiliki kontribusi yang sangat besar terhadap sektor perikanan tangkap nasional, dengan kegiatan perikanan skala kecil menyumbang hampir 90% produk akuatik hasil tangkapan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keputusan nelayan skala kecil mempunyai arti penting dalam pembentukan pola pemanfaatan ruang pesisir dan laut. Hal ini juga menekankan pentingnya hak akses yang aman, adil, dan sesuai konteks sosial-budaya terhadap daerah penangkapan ikan. Ketidakjelasan hak akses dapat meningkatkan kompetisi dengan pengguna ruang lainnya, termasuk pariwisata, perikanan komersial, dan kegiatan ekonomi lainnya. Dengan demikian, faktor sosial-ekonomi membentuk fishing ground melalui proses seleksi ekonomi terhadap ruang ekologis. Tidak semua lokasi yang kaya ikan dipilih oleh nelayan, dan tidak semua lokasi yang sering dikunjungi nelayan merupakan lokasi dengan produktivitas biologis tertinggi.

5.2.7 Faktor Akses, Kelembagaan, dan Tata Kelola

Faktor kelembagaan merupakan komponen penting yang sering kali kurang diperhatikan ketika fishing ground hanya dianalisis dari perspektif ekologi. Daerah penangkapan ikan berada dalam ruang yang mempunyai aturan, hak akses, batas wilayah, kawasan konservasi, wilayah adat, dan berbagai kepentingan pemanfaatan lainnya.

Suatu lokasi dapat mempunyai kondisi habitat dan stok ikan yang sangat baik, tetapi tidak dapat menjadi daerah penangkapan apabila berada dalam zona larangan penangkapan atau berada pada ruang yang aksesnya dibatasi. Sebaliknya, lokasi yang dikelola dengan sistem akses yang jelas dapat memberikan kepastian kepada nelayan sekaligus meningkatkan insentif untuk menjaga sumber daya. Hak tenurial dan akses terhadap daerah penangkapan sebagai bagian penting dari keberlanjutan perikanan skala kecil. Nelayan membutuhkan akses yang aman dan stabil terhadap daerah penangkapan serta sumber daya yang menjadi dasar penghidupannya.

Dalam konteks Indonesia, aspek kelembagaan juga menjadi semakin penting karena kawasan terumbu karang banyak berada dalam kawasan konservasi perairan. Misalnya, TWP Raja Ampat dan Taman Nasional Teluk Cenderawasih, memiliki zona-zona pengelolaan dengan tingkat perlindungan berbeda. Potensi sumber daya dan kondisi habitat harus dilihat secara bersama dengan status ruang dan aturan pemanfaatannya. Karena itu, faktor kelembagaan dapat mengubah potensi ekologis menjadi potensi pemanfaatan yang legal, atau sebaliknya membatasi pemanfaatan pada lokasi yang secara ekologis sebenarnya sangat produktif. Dalam kerangka perikanan berkelanjutan, pembatasan tersebut bukan merupakan kegagalan dalam pembentukan fishing ground, tetapi merupakan instrumen untuk menjaga agar fungsi habitat dan stok ikan tetap tersedia dalam jangka panjang.

5.2.8 Pengetahuan Ekologi Lokal sebagai Faktor Pembentuk dan Pemanfaatan *Fishing Ground*

Pengetahuan nelayan merupakan komponen penting dalam memahami pembentukan dan pemanfaatan daerah penangkapan ikan, khususnya pada perikanan skala kecil. Pengetahuan tersebut diperoleh melalui pengalaman panjang dalam mengamati perubahan lingkungan dan respons ikan terhadap kondisi perairan. Nelayan dapat mengenali lokasi penangkapan berdasarkan bentuk garis pantai, posisi pulau, tanda-tanda permukaan laut, arah arus, gelombang, fase bulan, kondisi pasang surut, warna air, kedalaman, keberadaan burung laut, perubahan cuaca, serta pola hasil tangkapan. Pengetahuan tersebut pada dasarnya merupakan bentuk pengetahuan ekologi lokal yang merekam hubungan antara lingkungan dan sumber daya dari waktu ke waktu. Pengetahuan tersebut menjadi sangat penting pada ekosistem terumbu karang karena fishing ground sering kali bersifat spasialnya sempit, heterogen, dan dinamis. Informasi nelayan mengenai lokasi karang, *drop-off*, saluran, lokasi ikan berkumpul, waktu kemunculan spesies tertentu, serta perubahan hasil tangkapan dapat menjadi informasi pelengkap bagi survei ilmiah.

Dalam perspektif pengelolaan modern, pengetahuan lokal tidak seharusnya diposisikan sebagai pengganti data ilmiah, tetapi sebagai sumber informasi yang dapat diintegrasikan dengan data ekologis, oseanografi, teknologi penginderaan jauh, dan data hasil tangkapan. Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip perikanan skala kecil yang menempatkan masyarakat nelayan sebagai aktor penting dalam pengelolaan sumber daya, bukan sekadar sebagai pengguna sumber daya. Integrasi pengetahuan lokal dengan data ilmiah dapat dilakukan melalui pemetaan partisipatif, wawancara terstruktur,

participatory GIS, pencatatan posisi hasil tangkapan menggunakan GPS, serta penggabungan informasi nelayan dengan data batimetri, habitat bentik, suhu permukaan laut, arus, dan hasil survei ikan. Dengan cara tersebut, pengetahuan nelayan dapat menjadi salah satu input dalam penyusunan peta kesesuaian fishing ground.

5.2.9 Interaksi Antar-Faktor dalam Pembentukan *Fishing Ground*

Faktor-faktor pembentuk daerah penangkapan ikan pada terumbu karang tidak bekerja secara terpisah. Kompleksitas habitat, misalnya, dapat meningkatkan ketersediaan tempat berlindung, tetapi pengaruhnya terhadap ikan bergantung pada kedalaman dan kondisi oseanografi. Arus dapat meningkatkan ketersediaan makanan, tetapi respons ikan bergantung pada perilaku spesies. Konsentrasi ikan dapat tinggi, tetapi belum tentu menghasilkan fishing ground apabila alat tangkap tidak sesuai atau lokasi sulit dijangkau. Hubungan tersebut dapat digambarkan sebagai suatu sistem bertingkat. Faktor habitat menyediakan struktur dan ruang ekologis. Faktor oseanografi mengatur kondisi fisik dan transportasi energi serta materi. Faktor biologis menentukan produktivitas, kelimpahan, biomassa, dan komposisi ikan. Perilaku ikan menghasilkan pola distribusi dan agregasi yang berubah menurut waktu. Teknologi penangkapan menentukan kemampuan nelayan mengakses dan menangkap ikan. Selanjutnya, faktor sosial-ekonomi dan kelembagaan menentukan apakah lokasi tersebut dipilih, menguntungkan, aman, dan legal untuk dimanfaatkan.

Perubahan pada salah satu komponen dapat mengubah lokasi dan produktivitas *fishing ground*. Kerusakan struktur terumbu dapat mengurangi kompleksitas habitat; perubahan suhu dapat mengubah

distribusi ikan; perubahan arus dapat mengubah ketersediaan makanan; perubahan harga ikan dapat mengubah pilihan nelayan; sedangkan perubahan zonasi kawasan konservasi dapat mengubah akses terhadap ruang penangkapan. Biomassa dan keragaman fungsional ikan karang berkaitan dengan kondisi habitat dan status perlindungan kawasan. Hal ini memperkuat pemahaman bahwa kondisi ekologis dan pengelolaan ruang dapat menghasilkan perbedaan nyata dalam karakteristik sumber daya ikan.

5.2.10 Sintesis Faktor Pembentuk Daerah Penangkapan Ikan pada Terumbu Karang

Daerah penangkapan ikan pada ekosistem terumbu karang dapat dipahami sebagai ruang produktif yang terbentuk dari interaksi antara kondisi habitat, proses oseanografi, dinamika biologis, perilaku ikan, teknologi penangkapan, dan keputusan manusia dalam suatu kerangka sosial-ekologis. Faktor habitat menyediakan fondasi ekologis melalui kompleksitas struktur, kedalaman, relief, bentuk pertumbuhan karang, dan heterogenitas substrat. Faktor oseanografi kemudian memodifikasi kondisi tersebut melalui arus, pasang surut, suhu, gelombang, cahaya, dan produktivitas perairan. Faktor biologis menentukan ketersediaan makanan, pertumbuhan, reproduksi, rekrutmen, biomassa, dan struktur komunitas ikan. Perilaku ikan menentukan kapan dan di mana ikan berkumpul atau berpindah. Teknologi penangkapan menentukan kemampuan nelayan memanfaatkan konsentrasi ikan tersebut. Sementara itu, faktor sosial-ekonomi, kelembagaan, dan pengetahuan lokal menentukan pilihan ruang, efisiensi, legalitas, keamanan, dan keberlanjutan pemanfaatannya.

Dalam perspektif keberlanjutan, tujuan identifikasi *fishing ground* bukan semata-mata menemukan lokasi dengan hasil tangkapan tertinggi, tetapi menemukan ruang penangkapan yang produktif, selektif, aman, ekonomis, legal, dan mampu mempertahankan fungsi ekologis terumbu karang. Perspektif ini menjadi penting karena terumbu karang merupakan habitat yang sangat produktif tetapi sekaligus rentan terhadap tekanan penangkapan dan perubahan lingkungan. Hal ini menempatkan habitat karang sebagai habitat penting bagi berbagai ikan dan organisme laut. Perubahan suhu, sedimentasi, aktivitas pemanfaatan, dan tekanan lainnya dapat mengubah kondisi terumbu serta komunitas ikan yang bergantung padanya.

Oleh sebab itu, pengelolaan *fishing ground* pada terumbu karang harus bergerak dari pendekatan "dimana ikan berada" menuju pendekatan yang lebih komprehensif, yaitu "mengapa ikan berada di sana, kapan ikan berada di sana, bagaimana ikan dapat ditangkap secara efektif, siapa yang mempunyai akses, dan bagaimana penangkapan tersebut dilakukan tanpa mengurangi fungsi ekologis habitat." Pertanyaan-pertanyaan tersebut merupakan dasar bagi pengembangan pemetaan fishing ground berbasis ekosistem dan bagi penerapan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

Terumbu karang merupakan salah satu habitat utama yang membentuk daerah penangkapan ikan di wilayah pesisir dan kepulauan. Perannya terutama berasal dari kemampuannya menyediakan struktur habitat kompleks, sumber makanan, perlindungan, ruang pertumbuhan, serta tempat pemijahan dan rekrutmen berbagai jenis ikan.

Dalam kerangka konsep, terumbu karang merupakan habitat yang menjadi basis ekologis bagi keberadaan ikan, sedangkan fishing ground merupakan ruang yang memiliki

peluang pemanfaatan ikan secara efektif. Dengan demikian, habitat dan fishing ground memiliki hubungan erat tetapi tidak identik. Dalam kerangka karakter, fishing ground terumbu karang bersifat kompleks, heterogen, spesifik terhadap habitat dan spesies, spesifik terhadap alat tangkap, spasial-temporal, dinamis, serta merupakan bagian dari sistem sosial-ekologis. Dalam kerangka faktor pembentuk, keberadaan fishing ground merupakan hasil interaksi antara karakteristik habitat, kondisi oseanografi, proses biologis, perilaku ikan, teknologi penangkapan, dan faktor sosial-ekonomi. Tidak ada satu faktor yang berdiri sendiri. Konsentrasi ikan dan terbentuknya fishing ground merupakan hasil kombinasi berbagai faktor tersebut. Oleh karena itu, pemahaman tentang daerah penangkapan ikan pada terumbu karang harus bergerak dari pertanyaan sederhana "di mana ikan ditangkap?" menuju pertanyaan yang lebih mendasar, yaitu "mengapa ikan terkonsentrasi di lokasi tersebut, karakteristik apa yang dimilikinya, dan faktor apa yang membentuk serta mempertahankan daerah penangkapan tersebut?" Dengan pendekatan tersebut, terumbu karang tidak hanya dipahami sebagai ekosistem yang memiliki biodiversitas tinggi, tetapi sebagai komponen ekologis yang membentuk ruang produksi perikanan. Keberlanjutan daerah penangkapan ikan pada akhirnya sangat bergantung pada kemampuan mempertahankan kualitas habitat, menjaga produktivitas sumber daya ikan, mengendalikan tekanan penangkapan, serta mengintegrasikan pengetahuan ekologis dan kepentingan masyarakat dalam pengelolaannya.

DAFTAR PUSTAKA

Asner, G.P., Vaughn, N.R., Foo, S.A., Heckler, J. and Martin, R.E. 2021. Abiotic and Human Drivers of Reef Habitat Complexity Throughout the Main Hawaiian Islands. *Frontiers in Marine Science* 8. doi: 10.3389/fmars.2021.631842.

Bawole, R. 2023. Perencanaan Ruang Laut Sebagai Instrumen Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan. In: Sulung-Neila ed. *Pengelolaan Perikanan Di Indonesia*. 1st ed. Padang: Get Press Indonesia, pp. 271–296.

Bawole, R., Pattiasina, T.F. and Kawulur, E.I.J.J. 2014. Coral-fish association and its spatial distribution in Cenderawasih Bay national park Papua, Indonesia. *AACL Bioflux* 7(4).

Bawole, R., VictorRumere, Mudjirahayu and Pattiasina, T.F. 2013. Performance of coral reef management within marine protected area: Integrating ecological, socioeconomic, technological, and institutional dimensions. *Jurnal Manajemen Hutan Tropik* XIX(April), pp. 63–73. Available at: internal-pdf://131.52.65.146/Performance_of_Coral_Reef_Management_within_Ma.pdf.

Beese, C.M., Mumby, P.J. and Rogers, A. 2023. Small-scale habitat complexity preserves ecosystem services on coral reefs. *Journal of Applied Ecology* 60(9). doi: 10.1111/1365-2664.14458.

Carvalho, P.G., Setiawan, F., Fahlevy, K., Subhan, B., Madduppa, H., Zhu, G. and Humphries, A.T. 2021. Fishing and habitat condition differentially affect size spectra slopes of coral reef fishes. *Ecological Applications* 31(5). doi: 10.1002/eap.2345.

Ceccarelli, D.M., Lestari, A.P., Rudyanto and White, A.T. 2022. Emerging marine protected areas of eastern Indonesia: Coral reef trends and priorities for management. *Marine Policy* 141. doi: 10.1016/j.marpol.2022.105091.

Coppock, A.G., Kingsford, M.J. and Jones, G.P. 2024. Importance of complex sponges as habitat and feeding substrata for coral reef fishes. *Marine Biology* 171(8). doi: 10.1007/s00227-024-04467-6.

Eddy, T.D. et al. 2021. Global decline in capacity of coral reefs to provide ecosystem services. *One Earth* 4(9). doi: 10.1016/j.oneear.2021.08.016.

Ferreira, S.B., Burns, J.H.R., Pascoe, K.H., Kapono, C.A., Reyes, A.J. and Fukunaga, A. 2023. Prediction of habitat complexity using a trait-based approach on coral reefs in Guam. *Scientific Reports* 13(1). doi: 10.1038/s41598-023-38138-1.

Garcia, S.M. and Cochrane, K.L. 2005. Ecosystem approach to fisheries: a review of implementation guidelines. *ICES Journal of Marine Science* 62(3), pp. 311–318.

Hall, A.E. and Kingsford, M.J. 2021. Habitat type and complexity drive fish assemblages in a tropical seascape. *Journal of Fish Biology* 99(4). doi: 10.1111/jfb.14843.

Landero Figueroa, M.M., Parsons, M.J.G., Saunders, B.J., Radford, B. and Parnum, I.M. 2021. Testing the Improvement of Coral Reef Associated Fish Distribution Models Based on Multibeam Bathymetry by Adding Seafloor Backscatter Data. *Frontiers in Marine Science* 8. doi: 10.3389/fmars.2021.688815.

Mansoben, N., Bawole, R., Marwa, J., Bawole, C.A., Sirami, E. V and Mudjirahayu. 2024. The Influence of Coral Reef Benthic Conditions on Associated Fish Assemblages

Around Puruf Island Water, Cenderawasih Bay, Papua, Indonesia. *Asian Journal of Environment & Ecology* 23(11), pp. 15–25.

McClure, E.C., Hoey, A.S., Sievers, K.T., Abesamis, R.A. and Russ, G.R. 2021. Relative influence of environmental factors and fishing on coral reef fish assemblages. *Conservation Biology* 35(3). doi: 10.1111/cobi.13636.

McCosker, E., Stuart-Smith, R.D., Edgar, G.J., Steinberg, P.D. and Vergés, A. 2022. Sea temperature and habitat effects on juvenile reef fishes along a tropicalizing coastline. *Diversity and Distributions* 28(6). doi: 10.1111/ddi.13484.

Obura, D.O. et al. 2019. Coral reef monitoring, reef assessment technologies, and ecosystem-based management. *Frontiers in Marine Science* 6(SEP). doi: 10.3389/fmars.2019.00580.

Osuka, K.E. et al. 2022. Depth and habitat are important drivers of abundance for predatory reef fish off Pemba Island, Tanzania. *Marine Environmental Research* 175. doi: 10.1016/j.marenvres.2022.105587.

Patty, R.S., Bawole, R., Sala, R. and Tjolli, I. 2024. *Strategi Kolaborasi Dalam Pemberdayaan Nelayan*. 1st ed. Multazam, M. ed. Lhokseumawe: PT. Radja Intercontinental Publishing.

Sala, R., Bawole, R., Biloro, R.H.H. and Mudjirahayu, M. 2021. Distribusi Spasial Tutupan Karang di Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Papua. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik* 5(2), pp. 201–212.

Scott, M.E., Tebbett, S.B., Whitman, K.L., Thompson, C.A., Mancini, F.B., Heupel, M.R. and Pratchett, M.S. 2022. Variation in abundance, diversity and composition of coral reef fishes with increasing depth at a submerged shoal in the northern Great Barrier Reef. *Reviews in*

Fish Biology and Fisheries 32(3). doi: 10.1007/s11160-022-09716-9.

Sievers, K.T., McClure, E.C., Abesamis, R.A. and Russ, G.R. 2024. Multi-Scale Coral Reef and Seascape Habitat Variables Combine to Influence Reef Fish Assemblages †. *Fishes* 9(4). doi: 10.3390/fishes9040137.

Sinaga, R.R.K., Al-wira'i, R.M., Kurniawan, F., Roni, S. and Hidayati, J.R. 2023. Kondisi Kesehatan Terumbu Karang di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas. *Jurnal Akuatiklestari* 6. doi: 10.31629/akuatiklestari.v6i.5010.

Souter, D., Planes, S., Wicquart, J., Logan, M., Obura, D. and Stuab, F. 2021. Status of Coral Reefs of the World : 2020; Chapter 6. Status and trends of coral reefs of the South Asia region. *Coral Reefs*.

Stamp, T., West, E., Stewart, J.E., Plenty, S., Robbins, T. and Sheehan, E. 2025. Effective protection of essential fish habitat requires understanding fish spatial ecology - lessons learnt from protected European bass nursery areas. *ICES Journal of Marine Science* 82(4). doi: 10.1093/icesjms/fsaf035.

Yustinaningrum, D. 2017. Pengembangan wisata bahari di Taman Wisata Perairan Pulau Pieh dan laut sekitarnya. *Agrika* 11(1).

BIODATA PENULIS



Widya Rahayu, S. Pi., M. P

Dosen Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan

Fakultas Pertanian Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Barat

Penulis lahir di Pontianak pada tanggal 19 Juli 1996. Pada tahun 2014 penulis memasuki Program Sarjana di Universitas Brawijaya Malang mengambil Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan Magister Program Studi Budidaya Perairan Universitas Brawijaya.

Penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Barat sejak tahun 2021. Mata kuliah yang diampu penulis adalah Sumber Daya Perikanan, Tingkah Laku Ikan, Manajemen Sumberdaya Perikanan, Pesisir Laut Terpadu, Daerah Penangkapan Ikan dan lain- lain yang saling berkaitan dengan tema buku ini.

BIODATA PENULIS



Ady Jufri, S.Pi., M.Si.

Dosen Program Studi Perikanan Tangkap

Fakultas Peternakan dan Perikanan
Universitas Sulawesi Barat

Penulis lahir di Waetuwo Kabupaten Bone pada tahun 1988. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2006, melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar. Lulus Strata Satu (S1) sebagai sarjana perikanan pada 2010 pada prodi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, tahun 2011 melanjutkan strata dua (S2) pada program studi Ilmu Perikanan Universitas Hasanuddin, dan menyelesaikan studi pada tahun 2013. Tahun 2024, penulis menyelesaikan studi pendidikan profesi insinyur di Universitas Hasanuddin.

Saat ini penulis merupakan staf pengajar pada prodi Perikanan Tangkap Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat sejak 2018. Penulis juga merupakan reviewer beberapa jurnal nasional seperti

Jurnal Bawal (SINTA 2), Jurnal Airaha (SINTA 3), Jurnal Nekton (SINTA 5) dan Jurnal Galung Tropika (SINTA 3). Sejumlah publikasi ilmiah telah dihasilkan penulis dan diterbitkan pada jurnal dan prosiding baik level nasional maupun internasional, termasuk menerbitkan beberapa buku ”Usaha Penangkapan Ikan Laut Dalam” tahun 2021, ”Pengantar Ilmu Perikanan dan Kelautan” tahun 2022 serta ”Teknologi Penangkapan Ikan”, ”Manajemen Pelabuhan Perikanan”, “Oseanografi Perikanan” tahun 2023 dan “Perikanan Tangkap” tahun 2024. Buku “Dinamika Tingkah Laku Ikan ada tahun 2025.

BIODATA PENULIS



Fitri Indah Yani S.Pi., M.Si lahir di Maros pada tanggal 18 Mei 1987. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin (UNHAS) tahun 2006 dan selesai ditahun 2010 sebagai lulusan terbaik fakultas. Penulis menyelesaikan pendidikan magister pada Program Studi Ilmu Perikanan, Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin (UNHAS) tahun 2011 melalui program Beasiswa Unggulan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (BU Dikti). Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar non-PNS di Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Muhammadiyah Parepare tahun 2014 – sekarang.

Penulis aktif mengikuti seminar, mempublikasikan artikel pada jurnal nasional dan internasional bereputasi; aktif sebagai editor jurnal dan reviewer pada jurnal nasional terakreditasi SINTA, aktif sebagai penulis buku dengan judul Penanganan Hasil Perairan Tahun 2025, buku Dinamika Tingkah Laku Ikan tahun 2025. Penulis juga aktif sebagai editor pada E-Book Bioteknologi Akuakultur : Inovasi dan

Aplikasi dalam Budidaya Perairan tahun 2026. Correspondensi : indahyani.fitri@yahoo.co.id.

BIODATA PENULIS



Sudirman Sukardi

Dosen Program Studi Perikanan Tangkap

Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan

Universitas Lambung Mangkurat

Penulis lahir di Kota Parepare, Sulawesi Selatan, pada tanggal 20 Mei 1991. Ia merupakan putra dari Hakima dan Sukardi. Pendidikan sarjana (S1) ditempuh di Universitas Hasanuddin pada Jurusan Perikanan, Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Selanjutnya, pendidikan magister (S2) diselesaikan di IPB University, Bogor, pada Jurusan Teknologi Perikanan Laut. Saat ini, penulis berprofesi sebagai dosen pada Program Studi Perikanan Tangkap, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan. Bidang minat dan keahlian penulis berfokus pada pengembangan teknologi perikanan tangkap, khususnya dalam penerapan digitalisasi untuk kegiatan penangkapan ikan, termasuk pemetaan, eksplorasi bawah laut, serta pengembangan teknologi kapal perikanan tangkap.

Penulis dapat dihubungi melalui email: sudirman@ulm.ac.id

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Ir. Roni Bawole, M.Si.

Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Papua (UNIPA), Manokwari, Papua Barat

Penulis 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 Kalautan (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. Teribat dalam penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Papua dan Papua Barat, menyusun dokumen Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP-3K) Papua dan Papua Barat, menyusun dokumen Kajian Lingkungan Hidup Strategis-(KLHS)-RZWP-3K. Makalah dipresentasikan pada berbagi forum international (*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, Pengelolaan Sumberdaya Perikanan, dll. Korespondensi: r.bawole @unipa.ac.id.